

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: INTELIGÊNCIA APLICADA

**VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS MANUSCRITAS OFF-
LINE: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO MODELOS
ESTATÍSTICOS**



0.295.791-4

UFSC-BU



Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Engenharia.

Mestranda: Gilda Maria Souza Friedlaender
Orientadora: Profa. Édis Mafra Lapolli, Dra.
Co-orientador: Prof. Celso A. Alves Kaestner, Dr.

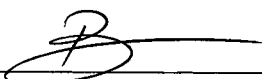
Florianópolis - SC
Setembro - 1998

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS MANUSCRITAS OFF-LINE: UMA
ABORDAGEM UTILIZANDO MODELOS ESTATÍSTICOS**

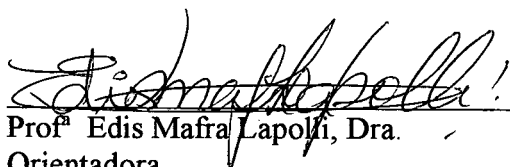
Gilda Maria Souza Friedlaender

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.



Prof. Ricardo Miranda Barcia, PhD.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA



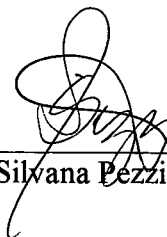
Prof.^a Edis Mafra Lapoli, Dra.
Orientadora



Prof.^a Lia Caetano Bastos, Dra.



Prof. Celso Antonio Alves Kaestner, Dr.
Co-orientador



Prof.^a Silvana Pezzi, M.Eng.

Aos meus filhos
Romeu, Simone e Sylvio Cesar

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profª Édis Mafrá Lapolli, pelo apoio e amizade.

Ao meu co-orientador, Prof. Celso A. A. Kaestner, pelo incentivo antes e durante todo o período de Mestrado.

Ao Prof. Robert Sabourin, pelas informações dadas, bem como pela idéia da pesquisa.

Ao Prof. Claudio Oliveira pela cooperação e colaboração na elaboração do programa do SAVAM.

À Profª Marcia Olandoski pela amizade e conselhos dados que muito contribuíram para realização deste trabalho.

À Neiva Gasparetto, secretária do PPGE, sempre solícita no atendimento às minhas solicitações.

Aos amigos, colegas e professores pelo apoio durante o período de mestrado.

Ao meu sobrinho e afilhado, Luiz Cláudio, pelo tempo dedicado para o desenvolvimento inicial do programa.

Ao meu irmão, cunhada e sobrinhos pelo carinho que sempre me dedicaram e, principalmente, durante meus estudos.

À minha mãe por me ajudar a atender meus filhos enquanto estive ausente.

A meus filhos, Romeu, Simone e Sylvio Cesar pela compreensão, pelo carinho e por me incentivarem na busca de um ideal, mesmo que isto tenha representado ficarmos afastados por um bom período.

Por tudo o que consegui, só me resta agradecer a todos que estiveram ou estão a meu lado, pedindo a Deus que os abençoe.

Simplesmente obrigada.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Origem do Trabalho	1
1.2 Objetivos do Trabalho	3
1.3 Justificativa do Trabalho	3
1.4 Estrutura do Trabalho	4
2. O PROBLEMA DA VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS	5
2.1 Considerações Iniciais	5
2.2 Tipos de Falsificação de Assinaturas	5
2.3 Considerações Finais	7
3. RECONHECIMENTO DE PADRÕES	8
3.1 Considerações Iniciais	8
3.2 Métodos Utilizados no Reconhecimento de Padrões	8
3.3 Sistemas de Reconhecimento de Padrões Estatísticos	9
3.4 Sistemas de Reconhecimento de Padrões Sintáticos	10
3.5 Reconhecimento de Padrões através de Redes Neurais	11
3.6 Técnicas de RP Aplicadas ao Reconhecimento de Escrita / Assinatura	13
3.6.1 Pré-Processamento - Esqueletização	14
3.6.1.1 Vizinhaça	15
3.6.1.2 Conectividade	16

	Pág.
3.6.1.3 Elemento Estruturante	16
3.6.1.4 Entidade de Imagem	16
3.6.1.5 Erosão Morfológica	17
3.6.1.6 Dilatação Morfológica	17
3.6.1.7 Algoritmo de Esqueletização	18
3.7 Considerações Finais	21
4 SAVAM – SISTEMA AUTOMATIZADO PARA VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS MANUSCRITAS OFF-LINE	23
4.1 Considerações Iniciais	23
4.2 SAVAM: Uma visão Geral	23
4.3 Considerações Finais	27
5. VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS MANUSCRITAS OFF-LINE COM BASE EM MODELOS ESTATÍSTICOS	28
5.1 Considerações Iniciais	28
5.2 Etapas do Trabalho	28
5.2.1 Criação do Banco de Dados	29
5.2.2 Pré-Processamento das Imagens	30
5.2.3 Treinamento do Sistema	31
5.2.4 Testes das Assinaturas	36
5.2.5 Fase de Verificação e de Análise dos Resultados Obtidos	38
5.3 Considerações Finais	42

	Pág.
6. APLICAÇÃO PRÁTICA	43
6.1 Considerações Iniciais	43
6.2 Criação do Banco de Dados	43
6.3 Pré-Processamento	45
6.4 Treinamento do Sistema	45
6.5 Verificação de Assinaturas	47
6.6 Considerações Finais	53
7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES	56
7.1 Conclusões	56
7.2 Sugestões	57
Referências Bibliográficas	59

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
FIGURA 2.1	Exemplo de Falsificação Aleatória	6
FIGURA 3.1	Elementos Estruturantes Retirados	19
FIGURA 3.2	Elementos Estruturais Utilizados nos Filtros para Esqueletização	20
FIGURA 4.1	Primeira Tela: Funções Gerais	25
FIGURA 4.2	Segunda Tela: Funções de Pré-Processamento	25
FIGURA 4.3	Terceira Tela: Funções de Processamento	26
FIGURA 4.4	Terceira Tela: Funções de Processamento - Divisão da Assinatura em Retinas	26
FIGURA 4.5	Quarta Tela: Funções de Saída	27
FIGURA 5.1	Assinatura Genuína	31
FIGURA 5.2	Assinatura Esqueletizada	31
FIGURA 5.3	Assinatura Esqueletizada para Contagem de Pixel – 25 x 15	35
FIGURA 5.4	Pixels que Compõe uma Retina – 25 x 15	35
FIGURA 5.5	Assinatura Esqueletizada para Contagem de Pixel – 6 X 4	36
FIGURA 5.6	Pixels que Compõe uma Retina – 6 X 4	36
FIGURA 5.7	Fluxograma de Trabalho	41

LISTA DE GRÁFICOS

		Pág.
GRÁFICO 6.1	Assinaturas Verdadeiras Comparativo de Análises – “grid” 25 x 15	50
GRÁFICO 6.2	Assinaturas Verdadeiras Comparativo de Análises – “grid” 6 x 4	50
GRÁFICO 6.3	Assinaturas Falsas Comparativo de Análises – “grid” 25 x 15	52
GRÁFICO 6.4	Assinaturas Falsas Comparativo de Análises – “grid” 6 x 4	52
GRÁFICO 6.5	Percentual Médio de Erros Encontrados na Verificação de Assinaturas Verdadeiras	54
GRÁFICO 6.6	Percentual Médio de Erros Encontrados na Rejeição de Assinaturas Falsas	54
GRÁFICO 6.7	Percentual Médio do Total de Erros na Verificação de Assinaturas	55

LISTA DE QUADROS

	Pág.
QUADRO 6.1	Assinaturas Provenientes de um Escritor
	44
QUADRO 6.2	Assinaturas na Forma genuína e Esqueletizada
	45
QUADRO 6.3	Conjunto de Assinaturas de um Escritor, Seleccionadas para o Treinamento
	46
QUADRO 6.4	Conjunto de Assinaturas de um Escritor, Seleccionadas para a Verificação
	47

LISTA DE TABELAS

		Pág.
TABELA 6.1	Percentual de Acertos na Verificação de Assinaturas Verdadeiras	49
TABELA 6.2	Percentual de Acertos na Rejeição de Assinaturas Falsas	51
TABELA 6.3	Percentual Médio de Acertos e Erros na Verificação de Assinaturas Verdadeiras, por “grid” e Tipo de Análise	53
TABELA 6.4	Percentual Médio de Acertos e Erros na Rejeição de Assinaturas Falsas, por “grid” e Tipo de Análise	54
TABELA 6.5	Percentual do Erro Total, por Tipo de Análise e Tamanho de “grid”	55

RESUMO

Palavras Chaves: Reconhecimento de Assinaturas, Análise Univariada, Análise Multivariada.

O reconhecimento de assinaturas pelo modo visual humano é relativamente simples, porém o tempo necessário gasto para este procedimento, quando de um número significativo de assinaturas, é grande, além de que ao longo do tempo o homem pode ficar cansado e confuso na verificação das mesmas, após certo período de análise. Com a idéia básica de auxiliar no reconhecimento de assinaturas, reduzindo o número a serem avaliadas visualmente, teve origem este trabalho, que apresenta como objetivo geral o desenvolvimento de um sistema automatizado para verificação de assinaturas off-line, sendo o processo baseado em modelos estatísticos para análise univariada e multivariada.

ABSTRACT

The recognition of signatures for the human visual mode is relatively simple, however the necessary time expense for this procedure, when of a significant number of signatures is large, along the time the man it can be tired and confused in the verification of the same ones, after certain period of analysis. With the basic idea of assisting in the recognition of signatures, reducing the number to be evaluated visually, this work had origin, that presents as objective generality the development of a system automatized for verification of signatures off-line, being the process based on statistical models for univariada and multivaried analysis.

VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS MANUSCRITAS OFF-LINE: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO MODELOS ESTATÍSTICOS

1 . INTRODUÇÃO

1.1. Origem do Trabalho

O homem é continuamente treinado para reconhecer imagens e escritas, estejam elas nítidas ou não. Este treinamento pode ser considerado um algoritmo heurístico que ocorre durante sua vida.

O reconhecimento de imagens, tais como figuras, pessoas, palavras, caracteres, escrita manuscrita e assinaturas, feito pelo homem é uma tarefa fácil, porém se torna muito difícil de ser realizada pela máquina com o sucesso desejado, apesar de todo desenvolvimento tecnológico na área de computação.

O homem reconhece, por exemplo, um gato, esteja ele parado ou em movimento, pelo seu contorno. Reconhecimento de Padrões está mais próximo ao raciocínio humano do que a lógica. O ser humano é desajeitado para enunciar regras, mas excelente em reconhecer padrões (Macneill, 1993).

Pode-se dizer que imagens são figuras definidas por contornos e são eles que permitem a visualização das mesmas. Contornos são locais onde a luminosidade da imagem muda abruptamente em magnitude ou padrão de magnitude.

As informações sobre os contornos podem estar distorcidas ou incompletas, devido a ruídos na transmissão das informações.

A identificação de uma imagem e/ou informação escrita pode ser feita por rede neural, algoritmos genéticos, sistemas difusos, entre outros, ou um conjunto de algumas técnicas, transformando-o em um sistema híbrido.

Reconhecimento de Padrões é a capacidade de classificar ou identificar uma imagem ou sinais. Em vários problemas de Reconhecimento de Padrões (RP), normalmente, utiliza-se a adoção de uma classe que corresponde a “não possível identificação ou classificação”.

O reconhecimento da escrita manuscrita pela máquina tem atraído a atenção de pesquisadores há mais de vinte anos, e pode-se dizer que desde o início dos computadores há pesquisas relacionadas ao reconhecimento de imagens de caracteres, de numerais, escrita manuscrita, tanto oriental como ocidental, de assinaturas. (Suen, 1997, Amin, 1997 e Yoshimura, 1997).

Dispõe-se de várias técnicas para realizar o treinamento para reconhecimento da imagem, porém em primeiro lugar há necessidade de se definir o que se entende pelo conteúdo da imagem ou da escrita manuscrita.

Um exemplo de elemento escrito com características próprias e de importância é a assinatura manuscrita.

Assinatura é o ato ou efeito de assinar; o nome escrito, firma; emolumentos pagos a magistrado por firmar certos papéis (Novo Dicionário da Língua Portuguesa – Ferreira, Aurélio Buarque de Holanda, 1ª edição, Editora Nova Fronteira, pág.149).

Assinar é firmar com seu nome ou sinal, carta, documento, obra, etc.; escrever em documento próprio sinal ou nome; subscrever o próprio sinal ou nome em documento.

O reconhecimento de assinaturas pelo modo visual humano é relativamente simples, porém o tempo necessário gasto para este procedimento, quando de um número significativo de assinaturas, é grande, além de que ao longo do tempo o homem pode ficar cansado e confuso na verificação das mesmas, após certo período de análise.

A assinatura é primordial para validação de documentos, em pagamentos de cheques e/ou cartões de crédito, em processos judiciais, em compromissos de negócios – de todos os tipos - e, também, de tratados internacionais. Se a assinatura é falsa o documento em que ela está contida também é considerado falso.

Este trabalho teve origem na idéia básica de verificar a veracidade de assinaturas manuscritas, auxiliando o reconhecimento de assinaturas e reduzindo o número de assinaturas a serem avaliadas visualmente.

1.2. Objetivos do Trabalho

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um sistema automatizado para verificação de assinaturas manuscritas off-line, sendo o processo baseado em modelos estatísticos.

Como objetivos específicos têm-se:

- criar um Banco de dados de assinaturas;
- fazer o pré-processamento das imagens;
- gerar um conjunto de treinamento para o sistema;
- implementar e testar o sistema.

1.3. Justificativa do Trabalho

A importância da assinatura do ser humano, considerando apenas a assinatura e a espontaneidade da mesma, juntamente com a identificação de problemas de falsificação foram os principais motivos que levaram a elaboração deste trabalho, que define uma proposição automatizada, de modo a identificar uma assinatura verdadeira de uma falsificada com uma confiabilidade satisfatória.

Em um banco, diariamente são compensados milhares de cheques, dessa forma o uso de uma ferramenta automática que auxilie na verificação de assinaturas trará agilidade na tarefa com maior segurança.

A principal meta deste trabalho é reduzir significativamente a tarefa de verificação de assinaturas pelo homem, fazendo com que a máquina faça a maior parcela deste serviço, ficando para o ser humano apenas as assinaturas que não tenham sido totalmente reconhecidas, as que geraram dúvidas no reconhecimento automático.

1.4. Estrutura do Trabalho

O trabalho é composto por sete capítulos. O capítulo 2 apresenta o problema de verificação de assinaturas, tipos de falsificação. No capítulo 3 encontram-se os conceitos básicos da teoria de Reconhecimento de Padrões, pré-processamento de imagens e aplicações.

O sistema automatizado para verificação de assinaturas manuscritas off-line está descrito no capítulo 4. O capítulo 5 apresenta o detalhamento do sistema. A aplicação prática está relatada no capítulo 6. No capítulo 7 encontram-se as conclusões deste trabalho e sugestões para a sua continuidade.

2. O PROBLEMA DA VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS

2.1. Considerações Iniciais

Uma verificação de assinatura on-line é feita quando são observados os movimentos realizados na ocasião de assinar, analisando-se todos os detalhes durante o ato de assinar. Uma verificação de assinatura off-line é realizada quando o estudo das características da assinatura é feito depois dela concluída, sem se ter o conhecimento dos movimentos exigidos para que a assinatura fosse completada (Guerfali, 1997).

Estudos estão sendo realizados procurando propor melhores abordagens para solucionar o problema de verificação de assinaturas manuscritas off-line em relação a falsificações.

Neste trabalho, considerar-se-á a assinatura estática, ou seja, assinatura off-line, como uma imagem.

Esta é uma proposição desenvolvida para avaliar assinaturas estáticas, independente da maneira como foi escrita, utilizando ou não os movimentos do tipo: senoidais, abruptos, de baixo para cima ou de cima para baixo, com a mão direita ou esquerda.

2.2. Tipos de Falsificações de assinaturas

Há cinco tipos de falsificações de assinaturas, de acordo com o Instituto de Criminalística do Paraná: aleatória, simples, auto - falsificações, servil e falsificações habilidosas (Murshed, 1995).

- *Falsificação aleatória*: são caracterizadas por ter uma forma gráfica e linhas totalmente diferentes com relação à assinatura original de algum escritor. Neste

tipo de falsificação, o falsificador não se preocupa com o nome, propriamente dito, desenho e/ou formato da assinatura, nem mesmo se o nome é o mesmo. A Figura 2.1 apresenta um exemplo de falsificação aleatória.

- *Falsificação simples*: o falsificador escreve o nome da pessoa de quem ele vai falsificar a assinatura, porém não se preocupa em imitar o desenho e/ou formato da mesma, ou seja, a falsificação foi feita a partir do conhecimento do nome do escritor que terá sua assinatura falsificada. Muitas vezes este tipo de falsificação é considerada como aleatória.
- *Auto – falsificação*: este é o tipo de falsificação feita pela própria pessoa, com o intuito de negar sua veracidade.
- *Falsificação servil*: semelhante à falsificação simples, porém com o falsificador olhando a imagem da assinatura que ele vai falsificar. Esta falsificação é feita traço a traço, o que traz linhas de má qualidade.
- *Falsificação habilidosa*: é aquela em que o falsificador consegue imitar de modo muito semelhante a assinatura original.

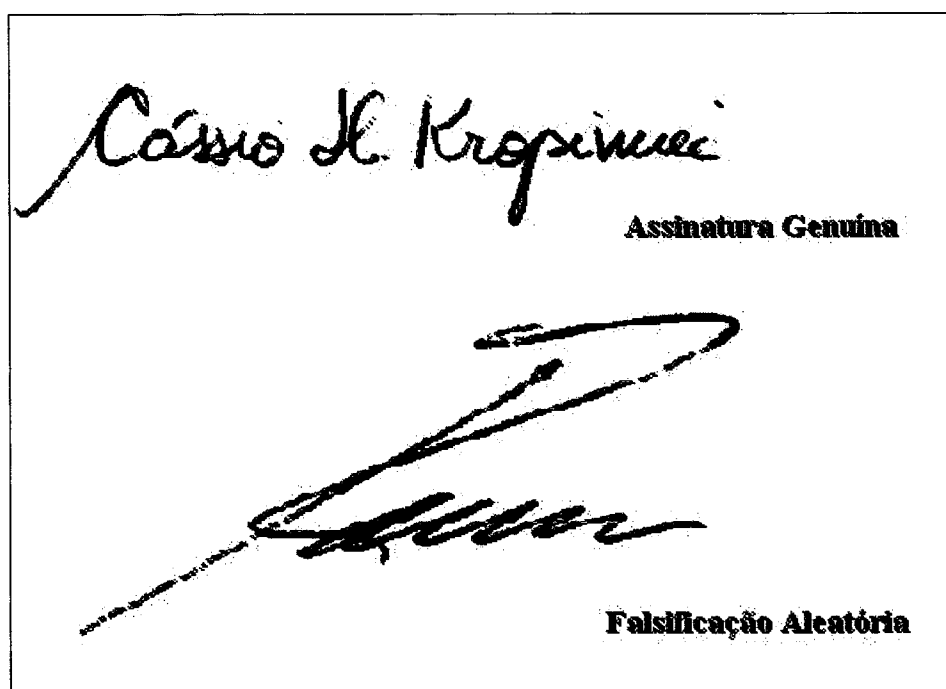


FIGURA 2.1 – Exemplo de Falsificação Aleatória

2.3. Considerações Finais

Em cheques bancários as falsificações que mais ocorrem são aleatória e simples.

Nos processos de comparação de assinaturas são utilizados métodos e técnicas de Reconhecimento de Padrões que adquirem informações durante o processo de treinamento. Concluído o treinamento, o sistema deve ser capaz de determinar a falsidade ou não de uma nova assinatura daquele determinado escritor.

3. RECONHECIMENTO DE PADRÕES

3.1. Considerações Iniciais

Reconhecimento de Padrões é uma ciência que se interessa pela descrição ou classificação de imagens. Técnicas de Reconhecimento de Padrões são importantes componentes de sistemas inteligentes.

Historicamente, as duas principais linhas de pesquisa em Reconhecimento de Padrões são: Estatística (ou teoria de decisão) e Sintática (ou estrutural); porém, mais recentemente, vem sendo desenvolvido o estudo em Redes Neurais Artificiais, sendo considerada a terceira abordagem de Reconhecimento de Padrões.

3.2. Métodos Utilizados no Reconhecimento de Padrões

As técnicas matemáticas empregadas para solucionar problemas de reconhecimento de padrões podem ser agrupadas em dois métodos gerais: o método de decisão teórica ou discriminante e o método sintático, linguístico ou estrutural (FU, 1982).

No método sintático, linguístico ou estrutural a informação estrutural que descreve cada padrão é importante, e o processo de reconhecimento inclui, além da capacidade de designar o padrão para uma classe, a capacidade de descrever os aspectos do padrão de tal forma que ele não possa ser designado para outra classe (Lapolli, 1994).

O método sintático ou estrutural trabalha com problemas onde os padrões são considerados complexos e o número de características é alto. Cada padrão é descrito em termos de subpadrões, e cada um destes em suas partes, chegando até padrões mais simples chamados de primitivas. A descrição das primitivas pode ser determinística ou estatística,

sendo o reconhecimento das primitivas baseado em método da decisão teórica. Da mesma maneira que a gramática de uma linguagem forma frases e sentenças pela concatenação de palavras e estas por letras, este método estrutura os padrões na forma de várias composições de subpadrões.

No método de decisão teórica, um conjunto de medidas características são extraídas dos padrões. A designação do reconhecimento de padrões para determinadas classes é, normalmente, feito pelo particionamento do espaço característico. A ferramenta básica é a teoria da decisão estatística, porém nada impede que sejam empregadas técnicas determinísticas.

Um exemplo de aplicação do método de decisão teórica ocorre na classificação de uma imagem digital, onde pode haver vários níveis de cinza e uma função discriminante para cada ponto (Richards, 1986).

3.3. Sistemas de Reconhecimento de Padrões Estatísticos

Primeiramente se faz a pergunta: “Como definir um sistema de Reconhecimento de Padrões Estatístico rigoroso, considerando os conceitos de probabilidade, se os conhecimentos que se tem sobre problemas característicos são básicos?”

Esta é uma abordagem formal e precisa da teoria da decisão, que não pode ser considerada totalmente como simples e prática, em função da necessidade de informações a priori. Consequentemente, são desenvolvidos algoritmos e técnicas que facilitam a extração de informações necessárias para a definição de um conjunto de treinamento.

Não obstante, ainda há vários casos em que a abordagem posterior não é prática, então, há uma indução a alternativas práticas e intuitivas.

No Reconhecimento de Padrões Estatísticos a concentração é feita no desenvolvimento de estratégias ou de classificação, conhecido como “classificadores”.

Para um melhor entendimento deste trabalho, alguns conceitos são necessários, como por exemplo:

- *Classificação* – é atribuir dados de entrada em uma ou mais classes pré estabelecidas, baseada na extração de características significativas ou atributos e processamento ou análise destes.
- *Descrição* – é uma alternativa para classificar, em que um detalhamento da estrutura do padrão de entrada é desejada. É comum recorrer-se a modelos lingüísticos.
- *Classe de Padrão* – é um conjunto de padrões conhecidos, originários de uma mesma classe. A chave em muitas aplicações de RP é identificar atributos apropriados e formar uma boa medida de similaridade.
- *Pré processamento* – é um processo de transformação dos dados de entrada brutos, para auxiliar na praticidade computacional, extração das características e minimização de ruídos.
- *Ruído* – é um conceito originário da Teoria da Comunicação. Em RP, é generalizado para representar circunstâncias não ideais, tais como: distorções ou erros no padrão e/ou no sinal de entrada, erros no pré processamento, erros na extração das características, erros nos dados de treinamento, etc.
- *Classificadores* – particionam o espaço de características em regiões de decisão de classes conhecidas. Para uma possível atribuição de classes, estas regiões devem cobrir R^d e serem disjuntas (sem sobreposição); onde R , representa o espaço das características e d a dimensão das mesmas.

3.4. Sistemas de Reconhecimento de Padrões Sintáticos

Um Sistema de Reconhecimento de Padrões Sintáticos é composto de um processo de análise e outro de reconhecimento.

O processo de análise é o responsável pela seleção de primitivas e pela inferência gramatical, visando extrair as informações estruturais importantes do padrão para que possa ser realizado o processo de reconhecimento.

O processo de reconhecimento envolve quatro etapas:

1. Pré-processamento
2. Segmentação do padrão
3. Reconhecimento de primitivas
4. Análise sintática

Podem ser encontradas em maiores informações sobre esta parte de Reconhecimentos de Padrões ver Fu (1982).

3.5. Reconhecimento de Padrões através de Redes Neurais

No reconhecimento de padrões clássico é utilizada a percepção para reconhecer um objeto e o reconhecimento é feito somente se o objeto for praticamente igual ao padrão. Pao(1989) afirma que RP é feito baseado nessa teoria e na inteligência artificial, denominada por ele de RP adaptativo.

Então, pode-se dizer que Reconhecimento de Padrões adaptativo é uma metodologia que surgiu com a adição de processamento distribuído paralelo (redes neurais) ao métodos clássicos.

As redes neurais trabalham sobre o problema, desenvolvendo um algoritmo para cada elemento processador, ao contrário do que é costume em programas computacionais, em que um problema é dividido para ser solucionado. Assim, para se estudar o comportamento das redes neurais devem ser consideradas as entradas, as transformações e saídas da rede (Nelson e Illinoworth, 1990 in Lapolli, 1994).

Normalmente, os valores de entrada de uma rede neural são armazenados na primeira camada, que tem a função de preservar esses valores. Redes neurais trabalham unicamente com valores de entrada numéricos, sendo necessário a sua conversão, algumas vezes, para fazer o processamento. Bem como, pode haver necessidade de haver conversão para determinada escala.

As entradas que chegam a cada neurônio são somadas, tornando-se o produto interno dos pesos e das entradas. Porém, em determinadas estruturas esta soma pode ser mais complicada, sendo adicionada à soma anterior, ou necessitando ser normalizada, etc.

Nas redes neurais, a camada de saída transfere a informação da rede para o ambiente. Tal como a camada de entrada, a de saída pode simplesmente transferir os dados ou passar por transformações.

Ativação ou função de transferência é como se designa a relação entre a soma das entradas de um neurônio e a saída. Sendo que a soma das entradas é o parâmetro da função de transferência que vai especificar o valor de saída. Nesses casos as funções lineares não são as mais úteis.

Além da função de transferência, o estado de memória da rede define quais são as suas saídas. Este estado de memória é dado pelos pesos associados a cada interconexão dos neurônios. Os pesos iniciais são determinados por algoritmos ou aleatoriamente, podendo ser modificados através de algoritmos de treinamento.

O número de elementos processadores ou neurônios a serem utilizados nas camadas externas depende do número de entradas e saídas. Nas internas são determinados por experiências. Sempre que os padrões de entrada são bastante diferentes dos padrões de saída, são necessárias camadas internas.

3.6. Técnicas de RP Aplicadas ao Reconhecimento de Escrita / Assinatura

Há trabalhos em que as assinaturas, com os dados contidos nas mesmas, são transformadas em histogramas de acordo com a direção vertical ou horizontal (Sabourin, 1997). As informações sobre a sua curvatura, também produzem histogramas. Em outros, acrescenta a divisão de altura das letras, para se obter estes gráficos.

Além de abordagens baseadas em fundamentos de probabilidade da teoria de informações (Lethelier, 1996), está sendo utilizada, para o desenvolvimento de um sistema automatizado para verificação de assinaturas e reconhecimento da escrita manuscrita, o processo HMM – Hidden Markov Model (Yacobi, 1997). Redes Neurais Artificiais também já estão sendo aplicadas para desenvolvimento nos sistemas de reconhecimento de palavras e número manuscritos (Wimmer, 1997).

Abordagens estruturais e medidas locais já foram analisadas em outras pesquisas e demonstram que o ser humano mantém a inclinação de sua assinatura, modificando, basicamente, os espaçamentos entre as letras (Sabourin, 1997).

Sabourin (1997) propôs um novo enfoque para a definição de representação da assinatura off-line, baseada na percepção visual. Chegou a conclusão que abordagens locais são melhores adaptadas para definição de representação de assinaturas do que as globais. Nessa proposta são considerados elementos estruturais, segmentos direcionados na posição horizontal, vertical e inclinados – diagonais ascendentes e descendentes.

Bokser (1992) descreveu o sistema comercial para OCR (Optical Character Recognition) Calera que usa “zonas em caracteres binários”. Este foi desenvolvido para reconhecer caracteres gráficos padrões (sem desenhos, lisos), possivelmente antigos. Os processos de afinamento e extração de características provaram não serem confiáveis. Esse método consiste em computar o percentual de pixels pretos por zona, porém foi verificada a necessidade de melhorar o desempenho, mas detalhes não foram divulgados. Não foi

especificado o algoritmo utilizado, nem o tipo e a qualidade da imagem, se monocromática, duzentos e cinquenta e seis tons de cinza ou outro qualquer.

Kimura e Shridhar (1991) usaram zonas em curvas de contornos, parecendo não ter sido realizado processo de afinamento, apenas definição das linhas externas na determinação dos caracteres. Em cada zona, o contorno do segmento de linha entre pixels vizinhos foram agrupados pela orientação horizontal, vertical, inclinado em 45° e 135°. O número de segmentos de linha foram contados conforme a orientação, não definindo exatamente o tamanho estabelecido para os segmentos, podendo-se concluir de que o comprimento deles varia de acordo com a mudança de direção. A imagem não foi definida quanto a sua qualidade e especificações.

Há vários estudos para reconhecimento de numerais manuscritos, utilizando a lógica difusa, complementada pela função de pertinência e pré - definição de primitivas, como retas, semi - círculos e círculos, considerando as orientações necessárias. Gomes (1997) obteve resultados que chegaram a 92% de reconhecimentos corretos, em teste para reconhecer aproximadamente 1.150 numerais.

Normalmente, no RP aplicado ao reconhecimento de assinaturas (imagens) utiliza-se técnicas de pré-processamento para melhorar a qualidade da imagem. Esqueletização é uma significativa técnica para representar o formato de uma imagem em uma região plana.

3.6.1. Pré Processamento – Esqueletização

O objetivo da esqueletização é reduzir a representação da imagem, ou parte dela, em uma cadeia simples com largura de um pixel, preservando todas as demais características relevantes. Após uma esqueletização pode-se representar a figura por um gráfico.

A largura dos traços com caracteres produz algumas informações úteis para o reconhecimento de padrões, mas também podem servir para confundir a classificação. Então,

deve haver uma percepção, na qual a esqueletização possa ser utilizada, para que não remova desnecessariamente importantes informações de entrada. No entanto, a extração de características geométricas é facilitada por este processo.

A esqueletização de caracteres reduz de modo ideal a representação do caracter representativo para a largura de um simples pixel enquanto preserva todas as demais características. Um método de se fazer a esqueletização é utilizar a erosão de contornos ou margens até permanecer somente o esqueleto do caracter.

Padrões de amostra e resultados da esqueletização do caracter produzem um conjunto de condições sob as quais o pixel central não é destruído.

Segmentação de caracteres é uma tarefa significativa no reconhecimento de caracter escrito quando apresentados de maneira normativa ou não. A segmentação de palavras pode ser difícil nos espaços entre as mesmas, pois podem não ser sempre maiores do que os espaços entre as letras. Traços múltiplos podem estar conectados mesmo pertencendo a caracteres diferentes e, inversamente, traços podem abranger um simples caracter mesmo estando afastados.

Existem conceitos que são necessários para a esqueletização, como por exemplo:

3.6.1.1. Vizinhança

Um elemento Imagem (i, j) da matriz de imagem é um vizinho de um outro elemento Imagem (m, n) , se e somente se, $|i - m| + |j - n| = 1$.

Exemplo de uma Matriz Imagem:

i / j	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	v	v	v	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	1	1	v	a	v	1	0	0	1	0	0
.	0	0	1	0	0	v	v	v	1	0	1	0	b	0
.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0

Em que: a = pixel analisado

v = > pixels vizinhos

3.6.1.2. Conectividade

Dois elementos não zeros de uma matriz estão conectados se e somente se, existe uma sequência de vizinhos não zeros que ligue os dois elementos.

3.6.1.3. Elemento Estruturante

Elemento estruturante é um agrupamento de pixels vizinhos de forma a gerar um padrão simples a ser usado como referência na geração de uma nova imagem. A comparação com base na imagem original pode sofrer alterações que são influenciadas por esse agrupamento.

3.6.1.4. Entidade de Imagem

Entidade de Imagem é um conjunto de elementos conectados em uma imagem.

3.6.1.5. Erosão Morfológica

A Erosão Morfológica das entidades da imagem representa a etapa principal da determinação dos defeitos. A detecção dos defeitos está baseada na aplicação de técnicas de filtragem (Facon, 1996).

Mandeville usa o filtro denominado Oct-thinning, que utiliza alternadamente dois modelos de elementos estruturantes chamados 4-thinning e 8 thinning.

Em que $a \neq 1 \rightarrow$

$$\begin{array}{ccc} & 1 & \\ 1 & a & 1 \\ & 1 & \end{array} \quad \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

3.6.1.6. Dilatação Morfológica

A Dilatação morfológica das entidades da imagem em teste constitui a ferramenta básica na detecção de defeitos. O princípio básico consiste em alargar as entidades da imagem para amplificar os defeitos existentes.

Mandeville usa o filtro denominado Oct-expand, que utiliza alternadamente dois modelos de elementos estruturantes, chamados 4-expand e 8-expand.

Em que $a \neq 1 \rightarrow$

$$\begin{array}{ccc} & 1 & \\ 1 & a & 1 \\ & 1 & \end{array} \quad \begin{array}{ccc} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{array}$$

3.6.1.7. Algoritmo de Esqueletização

Os processos de detecção de defeitos, em ambos os casos é a esqueletização. Esta procura transformar as entidades de imagem em elementos unifiliares sem que percam sua conectividade. Vários são os algoritmos existentes (Gonzales, 1978, Serra 1982, e Mandeville, 1987) . Após alguns testes de desempenho, considerando-se o tempo de resposta e a diferença entre linhas e colunas, o algoritmo proposto por Mandeville, com algumas modificações, mostrou-se o mais eficiente.

A retirada de dois grupos de elementos estruturantes do conjunto de elementos utilizado pelo filtro por esqueletização proposto por Mandeville, eliminou as distorções provocadas pelo filtro nas trilhas inclinadas em 45° . A Figura 3.1 mostra os elementos estruturantes retirados. A divisão da filtragem em duas etapas, a esqueletização – TOP / BOTTOM – e a esqueletização – BOTTOM / TOP – aplicadas alternadamente durante o processo de filtragem, faz parte da modificação do filtro proposto por Mandeville. Essa divisão está relacionada com a diferença entre o número de linhas e colunas (pixels retangulares).

A Figura 3.2 mostra os elementos estruturais utilizados nos filtros por esqueletização UP/BOTTOM E BOTTOM/UP

Para todo $a = 1$, no mínimo um X e $Y = 1$

Top			Right			Bottom			Left		
X	X	X	Y	0	X	Y	Y	Y	X	0	Y
0	a	0	0	a	0	0	a	0	X	a	Y
Y	Y	Y	Y	0	X	X	X	X	X	0	Y

Para todo $a = 1$ e $X = \text{qualquer}$

Top			Right			Bottom			Left		
X	X	X	1	0	X	X	0	1	X	X	X
0	a	X	0	a	X	X	a	0	X	a	0
1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1

FIGURA 3.1 – Elementos Estruturantes Retirados

Para todo $a = 1$ e $X = 0$ ou 1

Top			Right			Bottom			Left		
X	0	0	X	1	X	X	1	X	0	0	X
1	a	0	1	a	0	0	a	1	0	a	1
X	1	X	X	0	0	0	0	X	X	1	X
0	0	X	X	0	0	X	1	X	X	1	X
0	a	1	1	a	0	1	a	0	0	a	1
X	1	X	X	1	X	X	0	0	0	0	X
X	0	X	X	1	X	X	1	X	X	1	X
1	a	1	1	a	0	1	a	1	0	a	1
X	1	X	X	1	X	X	0	X	X	1	X
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
0	a	0	0	a	0	0	a	0	0	a	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	X	0	0	X	1	X	0	0	X
0	a	0	1	a	0	0	a	0	0	a	1
X	1	X	X	0	0	0	0	0	0	0	X
0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0
0	a	0	X	a	0	0	a	0	0	a	X
0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

FIGURA 3.2 - Elementos Estruturais Utilizados nos Filtros por Esqueletização

Os elementos estruturantes descritos acima são utilizados nos algoritmos:

Algoritmo de esqueletização TOP / BOTTOM:

- Remova todos os pontos da imagem I com o conjunto de elementos Top -
Resultado : imagem B (I esqueletizado por Top).
- Remova todos os pontos da imagem B com o conjunto de elementos Bottom –
Resultado: imagem C (I esqueletizado por Bottom).
- Remova todos os pontos da imagem C com o conjunto de elementos Right –
Resultado: imagem D (I esqueletizado por Right).
- Remova todos os pontos da imagem D com o conjunto de elementos Left –
Resultado imagem E (I esqueletizado por Left).

Algoritmo de esqueletização BOTTOM / TOP :

- Remova todos os pontos da imagem I com o conjunto de elementos Left -
Resultado : imagem B (I esqueletizado por Left).
- Remova todos os pontos da imagem B com o conjunto de elementos Right –
Resultado: imagem C (I esqueletizado por Right).
- Remova todos os pontos da imagem C com o conjunto de elementos Bottom –
Resultado: imagem D (I esqueletizado por Bottom).
- Remova todos os pontos da imagem D com o conjunto de elementos Top –
Resultado imagem E (I esqueletizado por Top).

3.7. Considerações Finais

A maioria das abordagens de RP tenta empregar o máximo de informação disponível para o projeto de sistema de RP. Assume-se que certa quantidade de informações à priori, tal como amostra das classes conhecidas, deve estar disponível para o desenvolvimento do sistema. O objetivo é através de um conjunto de treinamento extrair informações significativas de como associar dados de entrada com decisões de saída.

Um sistema de aprendizado pode adaptar sua estrutura interna para melhorar a resposta, geralmente, através de resultados medidos previamente. Uma forma pode ser a diferença entre a saída atual do sistema e a desejada. Este conceito genérico de aprendizado é conhecido como técnicas de RP, baseadas na correção do erro que, basicamente, utilizam os conceitos de gradiente descendente, em que o sistema é modificado, seguindo o experimento ou iteração.

4. SAVAM - SISTEMA AUTOMATIZADO PARA RA VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS MANUSCRITAS OFF-LINE

4.1. Considerações Iniciais

O sistema automatizado proposto neste trabalho tem como objetivo fazer a verificação de assinaturas manuscritas off-line, através da contagem do número de pixels que compõem uma assinatura, considerando a direção que segue, a partir do pixel anterior.

Para que essa contagem seja feita, a imagem da assinatura deve estar pré – processada, com um algoritmo que permita uma perfeita esqueletização. A assinatura torna-se uma linha composta por um pixel em cada ponto. O sistema foi programado para ler e perceber somente imagens de assinaturas monocromáticas – preto e branco. Após a entrada de cada nova assinatura, o programa é capaz de fazer a esqueletização da assinatura, e dar continuidade ao processo proposto.

4.2. SAVAM: Uma Visão Geral

O sistema SAVAM está organizado, do ponto de vista operacional, como um sistema de interface para diferentes assinaturas e/ou escritores. Ele foi projetado de forma a ser possível a aplicação de diferentes algoritmos sobre documentos gerenciados pelo sistema.

O programa para ler a imagem, fazer a esqueletização da mesma, dividi-la em retinas no número desejado, fazer o treinamento das assinaturas e posterior avaliação, foi escrito em Visual C.

Considerando a análise univariada, o relatório em texto gerado pelo programa, já fornece as informações sobre a assinatura em estudo, se pertence, ou não, ao intervalo de confiança definido pela fase de treinamento.

Para as análises de normalidade das variáveis aleatórias e dos módulos da fase treinamento foram empregados os cálculos realizados pelo software Statistic, versão 4.5. Neste software, também, foram feitos os testes de correlação, cálculos das matrizes de covariâncias.

Finalmente, para as tomadas de decisões na análise multivariada foi elaborado um sistema de cálculo pelo Excell, de acordo com as definições teóricas para essa análise.

Desta mesma maneira, foram feitos os cálculos para comparar os centróides de duas assinaturas, Statistic e Excell.

Existem várias funções e algoritmos disponíveis no SAVAM.

A figura 4. 1 mostra as funções gerais tais como: New, Open, Import, Export, etc.

A função Export armazena os dados do escritor após a fase de treinamento. A função Import, traz os dados do escritor que foram armazenados após o treinamento, para a verificação de nova assinatura a ser analisada.

Várias são as funções de pré-processamento disponíveis conforme figura 4.2.

A função Section, dentro de Tools, é responsável pela divisão da imagem em retinas – número de linhas e de colunas - e no algoritmo implementado é solicitado os parâmetros da imagem. (figuras 4.3 e 4.4).

A figura 4.5 mostra a função Test, a qual permite gerar o relatório de saída da verificação da imagem.

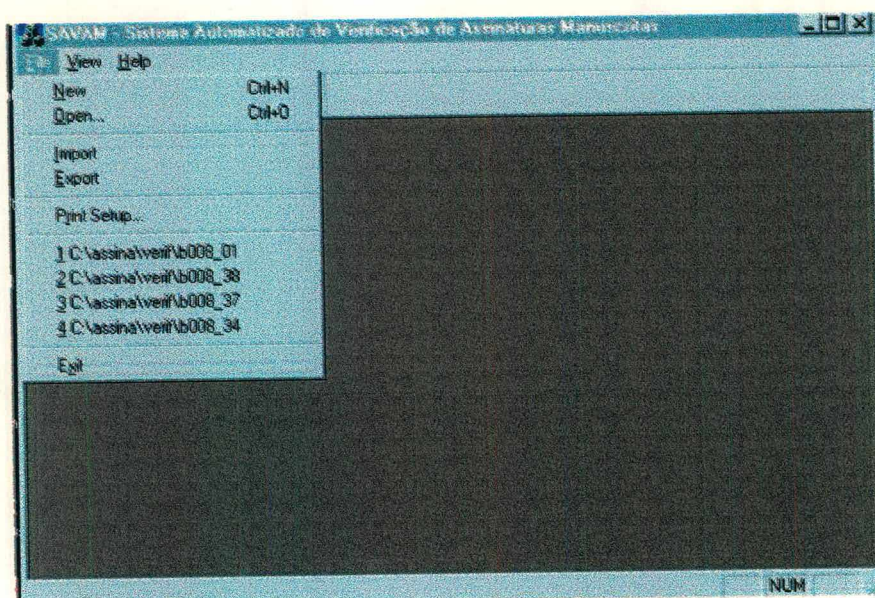


FIGURA 4.1 - Primeira Tela: Funções Gerais

Import – Importa os dados de treinamento armazenados para avaliação da nova assinatura.

Export – Exporta, salvando e armazenando os dados de um escritor, após a fase de treinamento

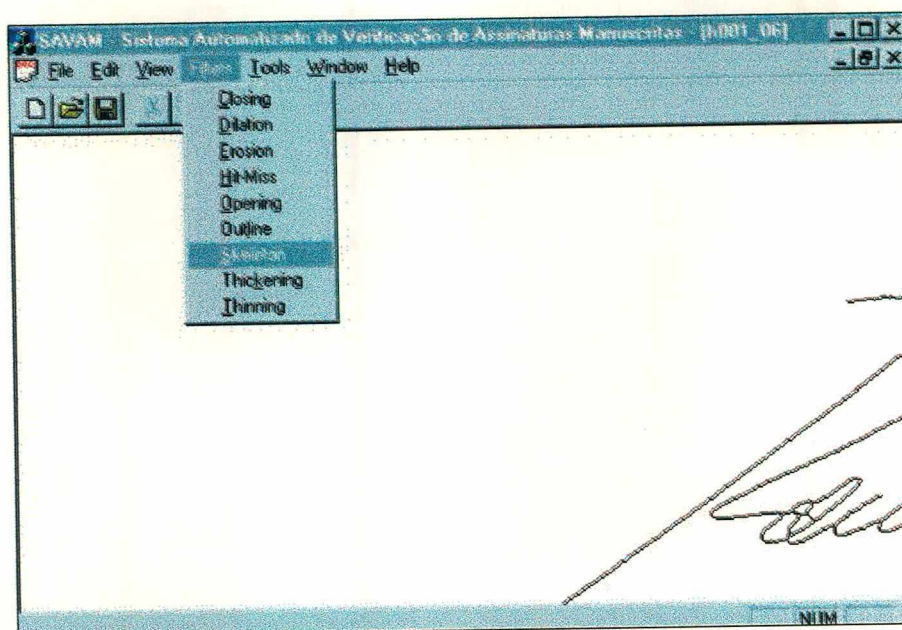


FIGURA 4.2 - Segunda Tela: Funções de Pré-processamento

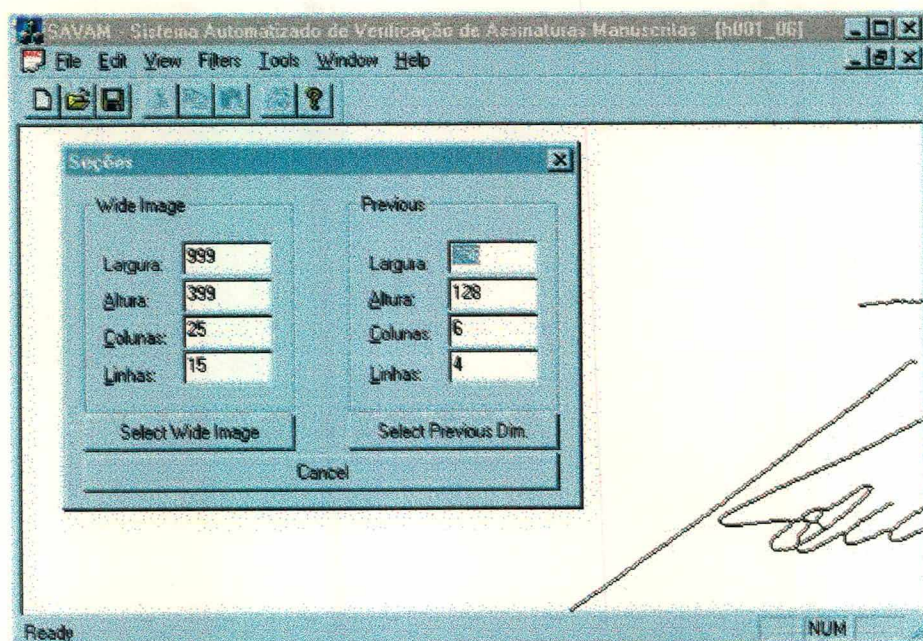


FIGURA 4.3 - Terceira Tela: Funções de Processamento

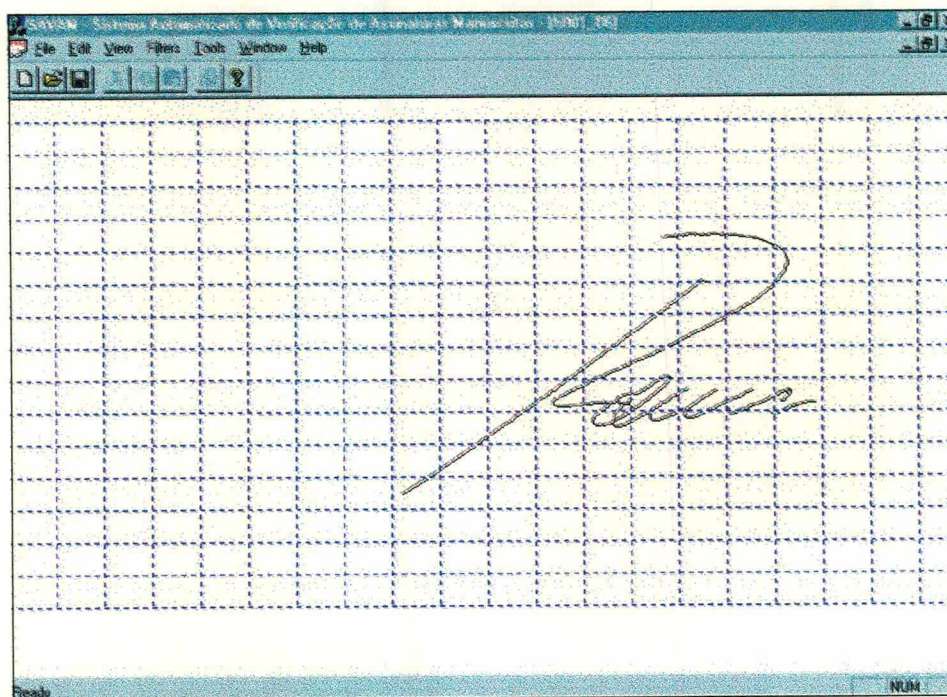


FIGURA 4.4 - Quarta Tela: Funções de Processamento
Divisão da Assinatura em Retinas

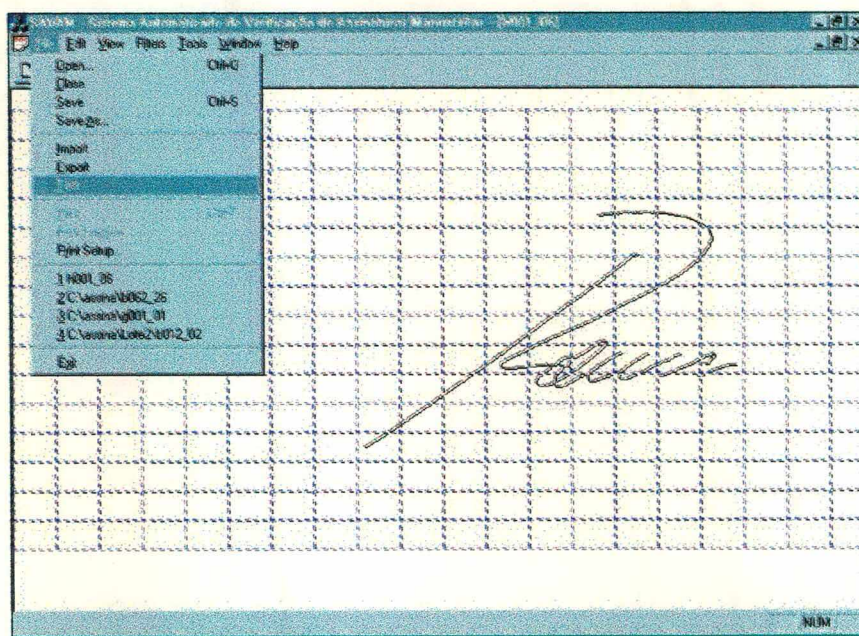


FIGURA 4.5 – Quinta Tela: Funções de Saída

4.3. Considerações Finais

Normalmente, os sistemas existentes para reconhecimento de imagens tornam-se lentos em função de várias etapas que são desenvolvidas para o mesmo.

O programa de reconhecimento de padrões de imagens envolve desde o pré-processamento até o reconhecimento em si, passando pelas fases necessárias do processo das imagens.

O SAVAM é um sistema ágil, que faz desde o pré-processamento da imagem até a saída de um documento texto, com o reconhecimento da imagem, em um tempo relativamente pequeno.

SAVAM foi desenvolvido em Visual C e ambiente para o Windows, o que permite uma interface amigável com outros softwares. Este sistema permite alterações nas emissões dos relatórios de saída, conforme necessidades e, também, está sendo desenvolvido para abranger mais aspectos da área de extração de características em RP.

5 . VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS MANUSCRITAS OFF-LINE COM BASE EM MODELOS ESTATÍSTICOS

5.1. Considerações Iniciais

Nesta abordagem, pretende-se definir uma proposição automatizada para verificação de assinaturas off-line quanto a sua veracidade ou falsidade, considerando-se somente a falsificação aleatória. Uma assinatura off-line ou estática é aquela que já está pronta no documento ou papel.

Como já visto anteriormente, falsificação aleatória é aquela em que o falsificador não se preocupa com a forma gráfica e com as constituintes semânticos da assinatura genuína.

O processo descrito foi idealizado para avaliar, apenas, imagens estáticas e monocromáticas, em função da proposta; contagem de pixels por direção e por retina.

Retina é o menor espaço determinado em uma imagem, mediante divisão feita por um número determinado de linhas e de colunas, definido aleatoriamente. Neste estudo inicial não foram consideradas sobreposições de retinas, ou seja, a interseção de duas ou mais retinas resultará sempre um conjunto vazio. Toda a análise para a verificação da falsificação é baseada nas informações obtidas por cada retina e cada orientação de pixels.

O número total de retinas em que a imagem é dividida é definido como “grid”.

5.2. Etapas de Trabalho

Para o desenvolvimento e aplicação do sistema proposto, as seguintes etapas são necessárias:

- 5.2.1. criação de um Banco de Dados;
- 5.2.2. pré – processamento das imagens;
- 5.2.3. fase de treinamento do sistema;
- 5.2.4. fase de testes das assinaturas;
- 5.2.5. fase de verificação e análises dos resultados obtidos.

5.2.1. Criação do Banco de Dados

Considerando-se os estudos realizados por pesquisadores na área de verificação de assinaturas, que afirmam que o ser humano é incapaz de fazer sua assinatura duas ou mais vezes de modo idêntico, torna-se necessário a criação de um Banco de Dados que contenha o maior número possível de assinaturas de cada escritor.

Resumindo, este Banco de Dados deve ser composto por assinaturas genuínas obtidas dos escritores, com um número razoável de assinaturas por escritor. A partir destas é que se inicia todo o processo de verificação das assinaturas.

Para comprovar a abordagem proposta, criou-se um Banco de Dados com cinco escritores e quarenta assinaturas de cada um.

Sortearam-se, dentre as quarenta assinaturas de determinado autor, trinta que compuseram a amostra para treinamento; as dez restantes foram utilizadas para verificar as proposições feitas para o sistema. Isto para cada escritor do grupo do teste piloto.

A seguir é apresentado o roteiro utilizado para a criação do Banco de Dados:

- **ASSINATURA:** obtenção das assinaturas por escritor, para serem utilizadas no processo de treinamento, teste e verificação, utilizando diversos tipos de canetas, todas escritas em folha de papel branco;

- **SCANNER:** após se ter as assinaturas em folhas brancas, as mesmas foram transformadas em imagens através do scanner, com 300 dpi.
- **IMAGEM DA ASSINATURA:** as imagens das assinaturas foram definidas para serem obtidas em 256 tons de cinza, na dimensão de 999 x 399 pixels. Independente do tamanho das assinaturas, a dimensão global, manteve-se constante;
- **BINARIZAÇÃO:** para o procedimento proposto havia a necessidade de imagens monocromáticas, logo as imagens obtidas pelo scanner foram transformadas em imagens em preto e branco. Para esta transformação foi utilizado o software Paint Brush deixando todas as assinaturas em imagens monocromáticas.
- **BANCO DE DADOS:** estas imagens monocromáticas são as que compõe este Banco de Dados, todas corretamente identificadas por escritor e pela numeração de cada uma no grupo daquele escritor, separadas para a fase de treinamento e verificação.

5.2.2. Pré Processamento das imagens

Nesta fase, o sistema verifica cada imagem da assinatura e converte-a, através de um algoritmo, em uma imagem esqueletizada, eliminando os ruídos existentes na fase inicial de obtenção da assinatura e sua transformação em imagem.

- **ESQUELETIZAÇÃO:** é utilizado um algoritmo para fazer a esqueletização de cada imagem. O algoritmo empregado foi do filtro de Mandeville, com algumas modificações, conforme descrito no capítulo 3. A Figura 5.1 e 5.2, respectivamente, mostram uma assinatura genuína e a mesma esqueletizada.

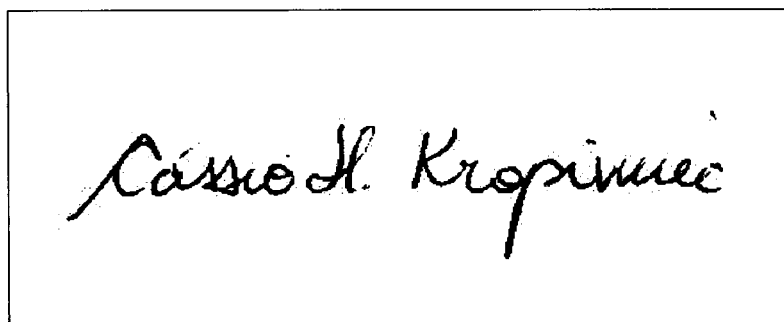


FIGURA 5.1 - Assinatura Genuína

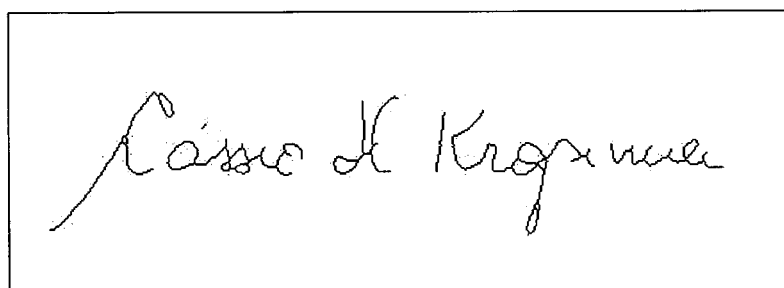


FIGURA 5.2 - Assinatura Genuína Esqueletizada

5.2.3. Treinamento do Sistema

Nesta fase do sistema, as assinaturas escolhidas aleatoriamente de um mesmo escritor fazem parte do estudo e análise sobre o comportamento dos pixels das imagens, considerando-se todas as orientações propostas para os pixels, que são: horizontal, diagonal, vertical e diagonal invertida, para cada uma das retinas em que foi dividida a assinatura.

Esta fase de treinamento utiliza a amostra de trinta assinaturas de um mesmo escritor, selecionadas aleatoriamente. Como as assinaturas são identificadas numericamente, de 01 a 40, foram selecionadas, através da tabela de números aleatórios, dez que compõem o grupo de verificação, ficando as restantes para o de treinamento.

Inicialmente, visando aplicar técnicas univariadas e multivariadas da teoria de Inferência Estatística, investigou-se as distribuições do número de pixels nas quatro direções estudadas por retinas.

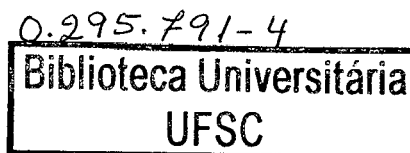
Testes estatísticos de aderência levaram a resultados não satisfatórios no sentido de verificar, possivelmente, uma mesma distribuição para pelo menos a maioria das retinas. Na seqüência, considerou-se vetores cujos componentes continham o número de pixels de cada retina e de cada direção e calculou-se a média e o desvio padrão da amostra treinamento (30 assinaturas). Com isto, foi possível padronizar estas componentes calculando a diferença entre cada informação dada pelo número de pixels e a média da amostra, em número de desvios padrões, obtendo-se, para cada assinatura, um vetor padronizado para cada direção.

Depois disso, foi calculado o módulo dos vetores através da raiz quadrada positiva da soma dos quadrados das componentes do vetor. Desta forma, obteve-se, para cada assinatura, um valor representativo do número de pixels nas direções horizontal, vertical, diagonal e diagonal invertida.

Sendo assim, ao se considerar a amostra treinamento de 30 assinaturas de um escritor, tem-se 30 valores representativos do número de pixels em cada direção.

Uma vez que os números de pixels por retina sofreram transformações, investigou-se, a partir deste momento, a forma da distribuição dos módulos. Verificou-se, então, se os valores dos módulos de um escritor se ajustam a uma distribuição Normal.

A fim de inspecionar visualmente possíveis assinaturas distorcidas que poderiam interferir na normalidade dos dados de um mesmo escritor, foram vistos gráficos de normalidade (Jonhson, 1988). Esta análise levou à exclusão de no máximo três assinaturas dentre as 30 assinaturas dos escritores estudados, por se apresentarem nitidamente diferente das demais assinaturas do escritor. A seguir, adotou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para decidir sobre a hipótese nula de normalidade, versus a hipótese alternativa de não normalidade (Siegel, 1956).



Em todos os casos, não se rejeitou a hipótese nula no nível de significância de 5%. Este fato permitiu que análises univariadas ou multivariadas que pressupõem distribuições Normais dos dados pudessem ser aplicadas.

Através da amostra treinamento de cada escritor, foram construídos, para cada direção, intervalos de 95% de confiança para a média dos módulos naquela direção (Walpole, 1978).

Com estes intervalos foi possível, a partir de uma análise univariada, estabelecer um critério para decidir sobre a pertinência ou não de 10 assinaturas de testes para cada escritor.

A fim de investigar uma possível estrutura de correlação entre os módulos nas quatro direções consideradas, calculou-se os coeficientes de correlação entre estes valores das amostras treinamento e testou-se a hipótese nula de que os coeficientes de correlação eram iguais a zero (ausência de correlação), versus a hipótese alternativa de que os coeficientes eram diferentes de zero.

Os resultados dos testes evidenciaram que, na maioria dos casos, a hipótese nula é rejeitada no nível de significância de 5%, concluindo-se que uma análise multivariada (considerando os módulos nas direções horizontal, vertical, diagonal e diagonal invertida) poderia ser adequada.

Através da análise multivariada, foram construídos elipsóides de 95% de probabilidade, para os valores dos módulos nas quatro direções conjuntamente, para cada escritor.

Esta análise é baseada nas distâncias multivariadas entre os módulos e seus valores médios e, também, na matriz de variâncias e covariâncias desses módulos. A distribuição aproximada é uma distribuição de Qui-quadrado com $n-p$ graus de liberdade, onde, neste caso, $n=30$ (com exceção dos casos onde alguma assinatura foi retirada) e $p=4$ (Johnson, 1988). Com isso, foi possível estabelecer, para cada escritor, um critério de pertinência ou não de suas assinaturas sob o aspecto multivariado, ou seja, um critério que analisa conjuntamente as quatro direções.

Para validar os critérios de decisão a respeito da pertinência ou não de assinaturas a partir dos resultados obtidos através das 30 assinaturas de treinamento, para um determinado escritor, fez-se necessário testar assinaturas que sabidamente pertenciam ao autor e assinaturas que, da mesma forma, não pertenciam a ele.

A seguir é descrito todo o processo de treinamento:

- **ASSINATURAS:** são selecionadas as trinta assinaturas aleatórias de cada voluntário, do Banco de Dados, para a fase de treinamento do sistema;
- **RETINAS:** a definição do número de retinas a ser utilizado para análise da assinatura, é determinado pelo número de linhas e colunas escolhido na divisão da imagem. No teste piloto, o número de linhas e de colunas foram escolhidos aleatoriamente, como deverá ser feito nas aplicações do sistema para o restante das assinaturas;
- **MÉDIAS E DESVIOS PADRÕES:** para cada direção já pré- estabelecida e para cada retina, são calculadas a média e o desvio padrão, obtendo-se os vetores correspondentes a cada direção, abrangendo todos os valores obtidos em cada retina;
- **PADRONIZAÇÃO DO NÚMERO DE PIXELS:** para cada retina e cada direção calculou-se a média e o desvio padrão da variável aleatória X igual ao número de pixels. A partir daí, definiu-se uma variável aleatória z padronizada, calculada como sendo o número de pixels X menos a média da amostra, dividido pelo desvio padrão. Todas as informações nas retinas são dadas, então, por meio de um vetor Z específico para cada direção: horizontal, vertical, diagonal e diagonal invertida.
- **MÓDULO DE Z :** são calculados os módulos de $\|z\|$, por vetor de direção e sua distribuição de probabilidade é definida;
- **MÉDIA E DESVIO PADRÃO DOS MÓDULOS:** são calculados a média aritmética e desvio padrão dos módulos, obtendo-se a distribuição dos módulos, testada e confirmada como sendo uma normal.

Como foi definido anteriormente, as freqüências do pixel foram relacionadas pela direção que segue, levando-se em conta sempre o pixel imediatamente anterior.

Considerou-se como Horizontal – H – para efeito de contagem de pixel, a orientação horizontal, 0° , que o pixel segue em relação ao pixel imediatamente anterior; a Vertical – V – é a orientação de 90° , também em relação ao pixel imediatamente anterior. A Diagonal – D – é a direção inclinada, correspondente a 45° e a Diagonal Invertida – I – corresponde a 135° ou 315° .

As Figuras 5.3 e 5.4 mostram, respectivamente, uma assinatura esqueletizada para contagem de pixel e uma das retinas do “grid”, com os pixels.

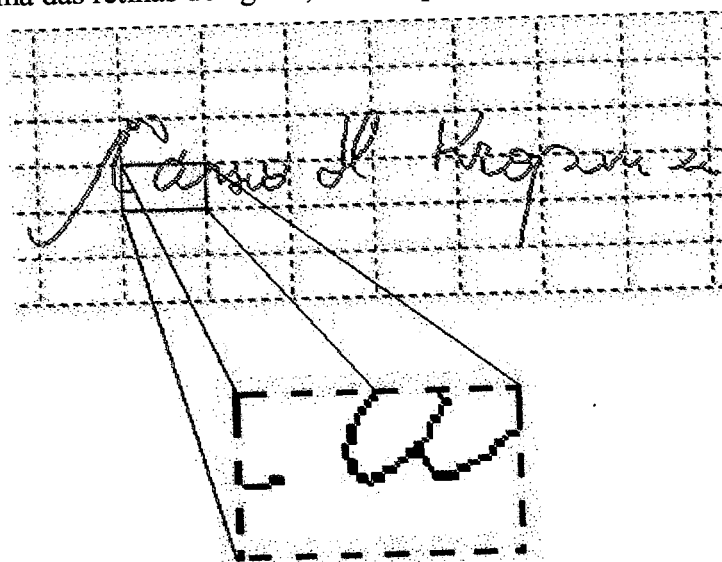


FIGURA 5.3 - Assinatura Esqueletizada para Contagem de Pixel – 25 x 15

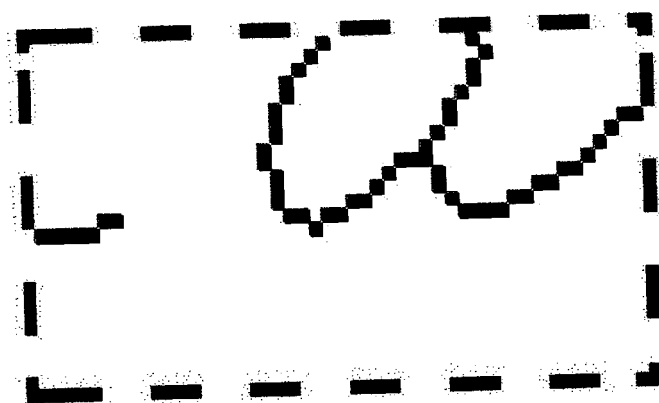


FIGURA 5.4 - Pixels que Compõe uma Retina – 25 X 15

Para fins de comparação, mostram-se nas Figuras 5.5 e 5.6 a mesma assinatura das figuras anteriores, com o tamanho de “grid” de 6 x 4.

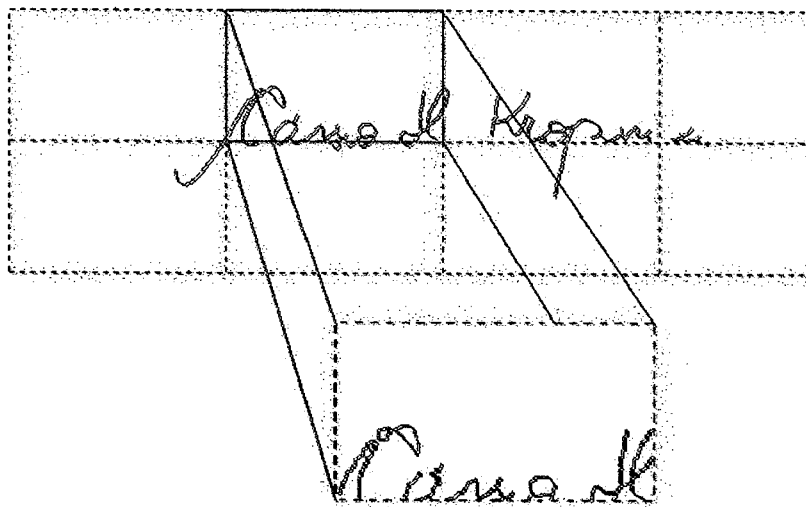


FIGURA 5.5 - Assinatura Esqueletizada para Contagem de Pixel – 6 x 4



FIGURA 5.6 - Pixels que Compõe uma Retina – 6 X 4

Analisando os resultados obtidos com os “grids” de tamanhos diferentes (24 x 15 e 6 x 4), ou seja, com 375 retinas e com 24 retinas, verifica-se que a adequação do melhor tamanho de “grid” a ser utilizado, depende do escritor.

5.2.4. Testes das assinaturas

Nesta fase, segue-se os procedimentos descritos a seguir:

- **BANCO DE TESTE:** utilizando as assinaturas selecionadas para o treinamento do sistema, escolheram-se algumas para teste;
- **RETINAS:** o número de retinas utilizadas nas assinaturas a serem testadas é o mesmo do de retinas empregadas para a assinatura de treinamento do sistema;
- **PADRONIZAÇÃO DO NÚMERO DE PIXELS:** é feito de maneira igual a fase de treinamento, para cada uma das quatro direções e retinas;
- **MÓDULO DE Z:** da mesma forma que da fase de treinamento, para cada direção;
- **TESTE:** é feito através de intervalos ou regiões de confiança, dependendo da análise a ser feita;
- **CONCLUSÃO:** considerando os limiares para cada direção, definidos pela fase de treinamento, cada assinatura é analisada pela direção do módulo, se pertence ao intervalo e às regiões de aceite do intervalo pré- definido para análise univariada e multivariada, respectivamente;
- **DECISÃO:** como são quatro as informações que se tem para a tomada de decisão, utiliza-se o critério “de maioria”, para emitir o resultado final, no caso de uma análise univariada. Na análise multivariada, como os dados são analisados em conjunto, o próprio procedimento de avaliação já fornece a decisão final, a assinatura pertence ou não à região de confiança.

Na análise univariada, a decisão é tomada como:

- *falsa* – quando pelo menos três das informações se encontram fora dos limites calculados do intervalo de confiança;
- *verdadeira* – quando pelo menos três informações estão dentro dos limites calculados do intervalo de confiança;
- *sem identificação* – quando duas informações estão dentro do intervalo de confiança e duas estão fora dos limites do mesmo.

Para as assinaturas do teste piloto, foram considerados vários tamanhos de “grid”. Define-se “grid” como sendo o número total de retinas em que a imagem foi dividida. Lembrando que o número de retinas depende da escolha do número de linha e de colunas.

Sabourin (1997) afirma que a variabilidade de assinaturas de um mesmo autor se encontra no global, ou seja, a inclinação da assinatura permanece, mas são alteradas as distâncias entre as letras e palavras.

5.2.5. Fase de Verificação e de Análise dos Resultados Obtidos

Nesta fase os seguintes procedimentos são adotados:

- **BANCO DE VERIFICAÇÃO:** utilizando as assinaturas contidas no Banco de Dados, selecionam-se as dez assinaturas, do mesmo escritor que não fizeram parte do treinamento para a verificação do processo;
- **PRÉ PROCESSAMENTO:** é realizado da mesma maneira como foi feito para o grupo de assinaturas de treinamento, ou seja:
 - ♦ *IMAGEM DA ASSINATURA:* as imagens das assinaturas foram definidas para serem obtidas em 256 tons de cinza, na dimensão de 999 x 399 pixels. Independente do tamanho das assinaturas, a dimensão global, manteve-se constante;
 - ♦ *BINARIZAÇÃO:* para o procedimento proposto há necessidade de imagens monocromáticas, logo as imagens obtidas pelo scanner são transformadas em imagens em preto e branco. Para esta transformação foi utilizado o software Paint Brush deixando todas as assinaturas em imagens monocromáticas;
- **RETINAS:** são utilizadas no mesmo número das do treinamento, de preferência aquela que foi considerada como “ótima” para aquele escritor;
- **PADRONIZAÇÃO DO NÚMERO DE PIXELS:** é feito de maneira igual a fase de treinamento, para cada direção e retina;
- **MÓDULO DE Z:** realizado da mesma forma que da fase de treinamento, para cada direção;
- **VERIFICAÇÃO:** é feita através de intervalos ou regiões de confiança pré-estabelecidos a partir das médias;

- **CONCLUSÃO:** considerando os limiares para cada direção, definidos pela fase de treinamento, cada assinatura é analisada pela direção do módulo, se pertence aos intervalos ou às regiões de confiança pré- definidos;
- **DECISÃO:** como são quatro as informações que se tem para a tomada de decisão, utiliza-se o critério “de maioria”, para emitir o resultado final , para análise univariada; e a avaliação de pertencer ou não à região de confiança no caso de análise multivariada.

A figura 5.7 mostra as etapas de trabalho necessárias para a verificação de assinaturas manuscritas off-line, para análise univariada e multivariada.

A primeira análise feita, foi considerando o comportamento das informações de cada direção individualmente. Com os dados obtidos na fase de treinamento, foram encontrados os limites do intervalo de confiança para cada direção com um grau de confiabilidade de 95% .

Nessas simulações iniciais, pode-se observar que cada escritor tem características únicas, e a identificação de uma nova assinatura é melhor realizada com específicos tamanho de “grid”. Cada escritor deve ter seu próprio tamanho de “grid”. Os testes iniciais deste trabalho foram feitos com cinco “grids”, com uma variação de 24 retinas a 375 retinas, e em alguns casos, 875, por escritor.

Com os intervalos de confiança definidos com grau de confiabilidade de 95% , cada nova assinatura foi analisada individualmente por direção, e desta forma chega-se ao momento de aceitar ou rejeitar a assinatura em avaliação.

Esta tomada de decisão baseou-se em um método simples de votação. O maior número de informações contidas dentro dos intervalos definidos – no mínimo três - resulta em uma conclusão da assinatura como verdadeira. Caso contrário, é rejeitada e deve passar por uma avaliação manual de um especialista. Mesmo a assinatura tendo duas informações dentro dos intervalos, que em RP seria classificada como indefinida, neste trabalho, decidiu por rejeitá-la e encaminhar para uma avaliação visual.

Todos os procedimentos iniciais da análise univariada foram utilizados nesse enfoque, acrescentando os testes para verificação da existência de correlação entre os dados das direções – horizontal, vertical, diagonal e diagonal invertida – matriz de correlação.

A diferença básica entre as duas análises são as avaliações em conjunto dos dados das variáveis aleatórias contra a análise individual dos mesmos. Intervalos de confiança para a análise univariada - avaliação feita no plano, com quatro intervalos de confiança - e regiões de confiança nas multivariadas – avaliação realizada em uma dimensão "p", neste caso específico 4 (as direções consideradas), de difícil imaginação.

Como é definida uma região de confiança por escritor, não necessitamos de uma “norma de decisão”, pois a assinatura a ser avaliada pertence ou não à região considerada para o determinado escritor.

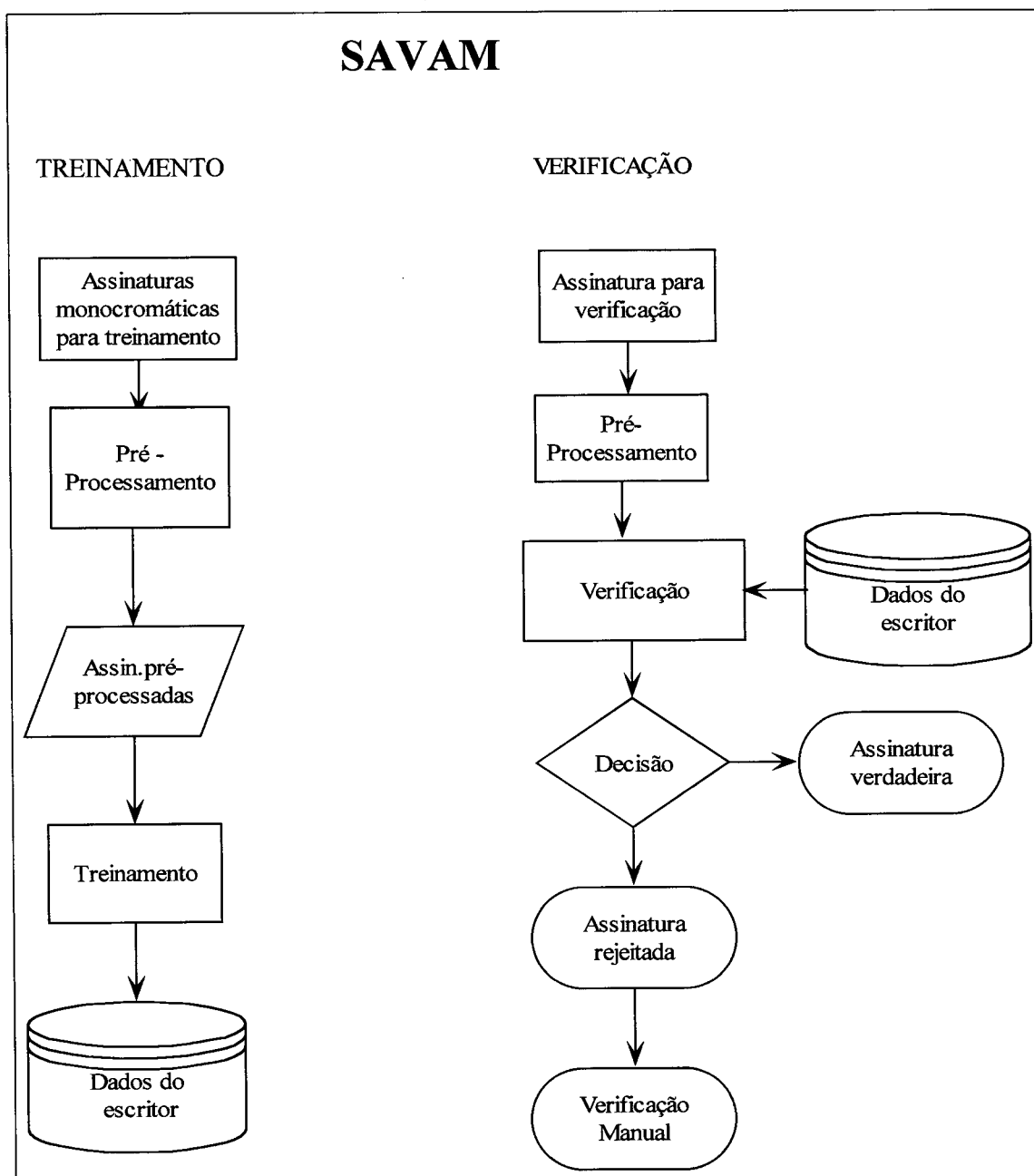


FIGURA 5.7 – Fluxograma de Trabalho

5.3. Considerações Finais

Tendo em vista a proposta como um todo, primeiramente foram feitos testes para identificar o modelo de distribuição de probabilidade que os números de pixels apresentavam antes de se iniciar a análise, apenas na divisão da assinatura em retinas e a contagem de pixels por direção.

Os testes realizados comprovaram a não existência de uma distribuição de probabilidade única que pudesse ser utilizada no global, ou seja, que justificasse o comportamento das variáveis aleatórias em todas as retinas e direções de uma mesma maneira. Foram feitos testes para distribuição de Poisson e Normal.

Decidiu-se por transformar as informações obtidas por retina em vetores, que identificam a assinatura como um todo, um para cada direção. Esses vetores são compostos pelas informações individuais de cada retina.

O processo para avaliar os dados obtidos pela contagem de pixels por direção, foram analisados, primeiramente de modo individual - análise univariada - e posteriormente, globalmente – análise multivariada.

6. APLICAÇÃO PRÁTICA

6.1. Considerações iniciais

Neste capítulo é mostrado através de uma aplicação prática, que a abordagem proposta é bastante adequada para casos em que se busca reduzir o tempo gasto por um especialista para verificar a veracidade ou falsidade de uma assinatura, reduzindo o número de assinaturas a serem avaliadas visualmente.

Para tanto, aplicou-se o sistema para vinte (20) escritores, com quarenta (40) assinaturas cada um.

6.2. Criação do Banco de Dados

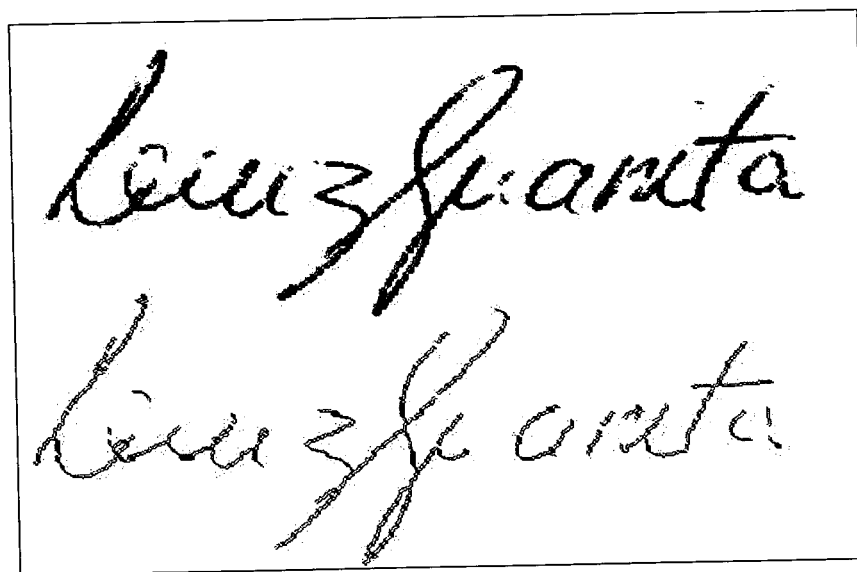
Para a criação do Banco de Dados, utilizou-se as oitocentas (800) assinaturas, provenientes dos vinte escritores. Estas foram scannerizadas, em 256 tons de cinza. Para que possam ser utilizadas no sistema, foram transformadas em imagens monocromáticas.

O quadro 6.1 mostra as quarenta assinaturas provenientes de um escritor.

6.3. Pré-Processamento

As oitocentas imagens monocromáticas foram, então, pré-processadas utilizando-se o algoritmo de esqueletização

O quadro 6.2 mostra uma dessas assinaturas (imagem monocromática) na forma genuína e na forma esqueletizada.

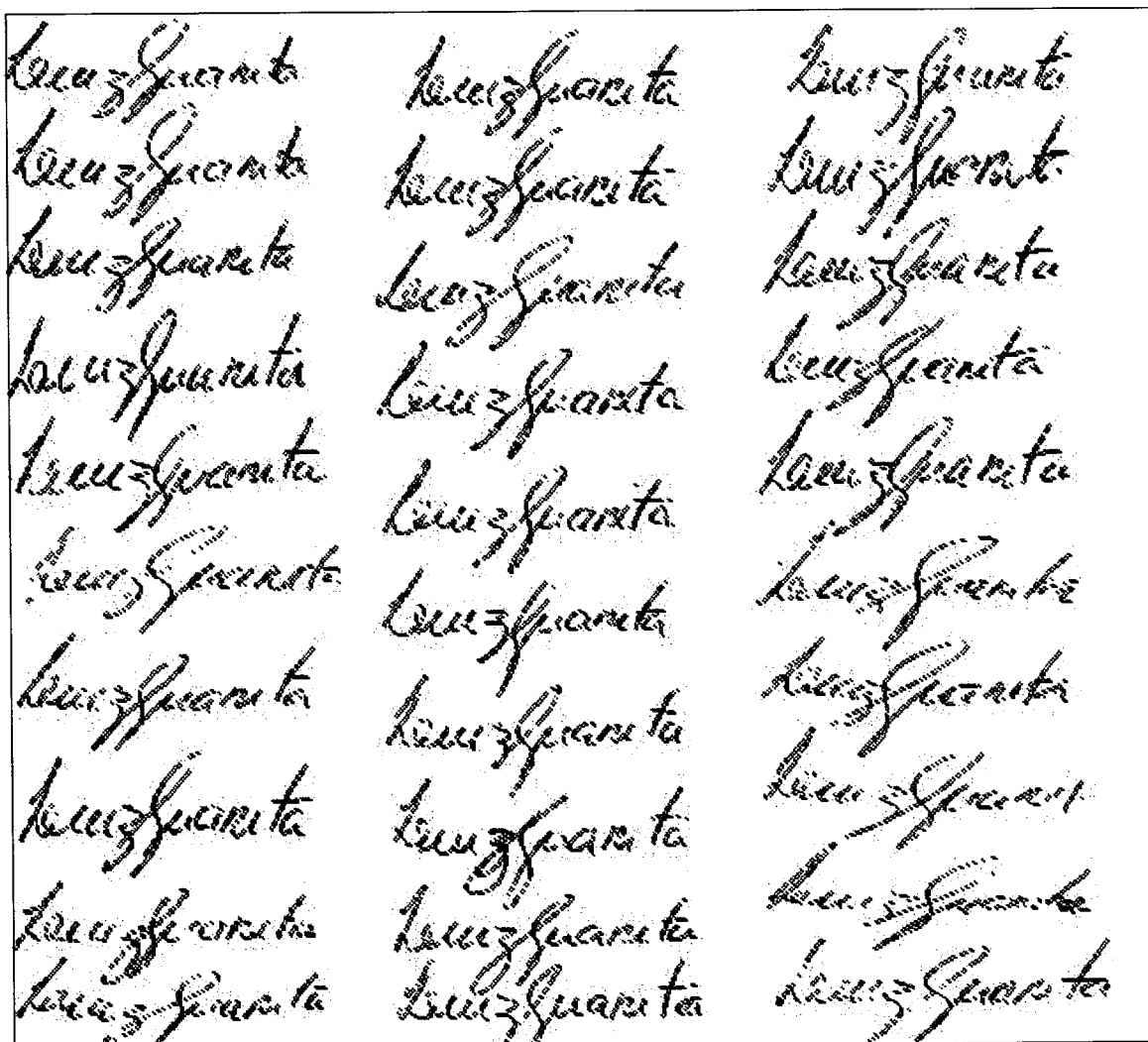


QUADR 6.2 - Assinatura na Forma Genuína e Esqueletizada

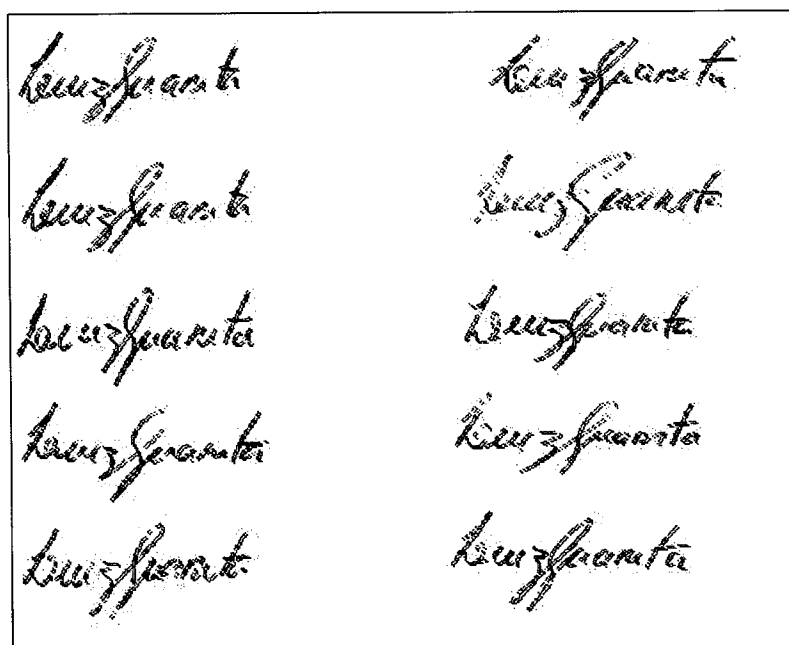
6.4. Treinamento do Sistema

Após todas as imagens terem sido pré-processadas, foram escolhidas aleatoriamente, dez (10) de cada um dos escritores, totalizando duzentas (200) assinaturas, que serão retiradas e utilizadas para a verificação. As 30 assinaturas restantes de cada escritor, totalizando seiscentas (600), são utilizadas para treinar o sistema.

O quadro 6.3 mostra o conjunto de 30 assinaturas de um escritor selecionada para treinar o sistema. E o quadro 6.4 mostra o conjunto das dez (10) restantes, que serão verificadas, sendo estas genuínas.



QUADRO 6.3 - Conjunto de Assinaturas de um Escritor, Selecionadas para o Treinamento



**QUADRO 6.4 - Conjunto de Assinaturas de um Escritor,
Selecionadas para a Verificação**

Todas as assinaturas selecionadas de um mesmo escritor são analisadas quanto ao comportamento dos pixels das imagens, considerando-se as quatro orientações: horizontal, vertical, diagonal e diagonal invertida. Para a análise univariada são definidos os intervalos de confiança para cada direção. Para a análise multivariada, a região de confiança é definida.

Após realizado o treinamento, passa-se para a última etapa que é a verificação das assinaturas.

6.5. Verificação das Assinaturas

Nesta etapa foram, então, verificadas duzentas (200) assinaturas de vinte (20) escritores diferentes.

No Anexo III encontram-se as tabelas que representam as assinaturas que foram verificadas dos 20 escritores e os resultados das duas análises realizadas, univariada e multivariada, bem como pode-se comparar os resultados obtidos com “grids” diferentes. As letras “A” significam ACEITA como verdadeira, “R” REJEITA, assinatura considerada falsa, e “T” INDEFINIDA, também se rejeita.

Para ambas as análises, também foram testadas a verificação de assinaturas falsas, ou seja, o reconhecimento de uma assinatura qualquer como não pertencente àquele escritor. Foi, então, criado um grupo denominado de “falsas” que é composto pela primeira assinatura de verificação de cada escritor, totalizando vinte (20) assinaturas para teste. O resultado desejado para este grupo específico era o reconhecimento de uma assinatura como verdadeira e as demais falsas (Anexo IV).

Observou-se que, neste caso também, a multivariada é uma análise muito mais conservadora do que a realizada pela univariada, apresentando um rigor para esta avaliação também.

A tabela 6.1 mostra o percentual de acertos na verificação de assinaturas manuscritas genuínas, por escritor, por “grid” e por tipo de análise univariada e multivariada, bem como a média percentual de acertos na verificação das assinaturas e o erro encontrado.

A tabela 6.2 apresenta o percentual de acertos na verificação de rejeição de assinaturas por serem falsas e aceitação da assinatura verdadeira do escritor, por “grid”, por tipo de análise e individualmente por escritor, e também, a média percentual de acertos na rejeição e erro encontrado neste aspecto analisado.

	25 x 15		6 x 4	
Assinat	Univ	Multiv	Univ	Multiv
b02	90%	40%	90%	90%
b05	90%	70%	90%	70%
b06	80%	40%	80%	70%
b07	50%	40%	60%	60%
b08	80%	90%	90%	100%
b09	70%	50%	100%	100%
b12	80%	60%	80%	60%
b13	60%	60%	90%	80%
b14	90%	70%	100%	50%
b15	90%	40%	90%	50%
b16	100%	50%	100%	90%
b18	100%	20%	100%	70%
b19	80%	70%	90%	80%
b20	60%	60%	70%	60%
b62	80%	20%	90%	80%
b64	60%	70%	60%	90%
h01	100%	50%	90%	70%
h02	70%	60%	90%	70%
h03	60%	40%	90%	80%
h04	90%	10%	100%	80%
Média	79,00%	50,50%	87,50%	75,00%
Erro	21,00%	49,50%	12,50%	25,00%

TABELA 6.1 - Percentual de Acertos na Verificação de Assinaturas Verdadeiras

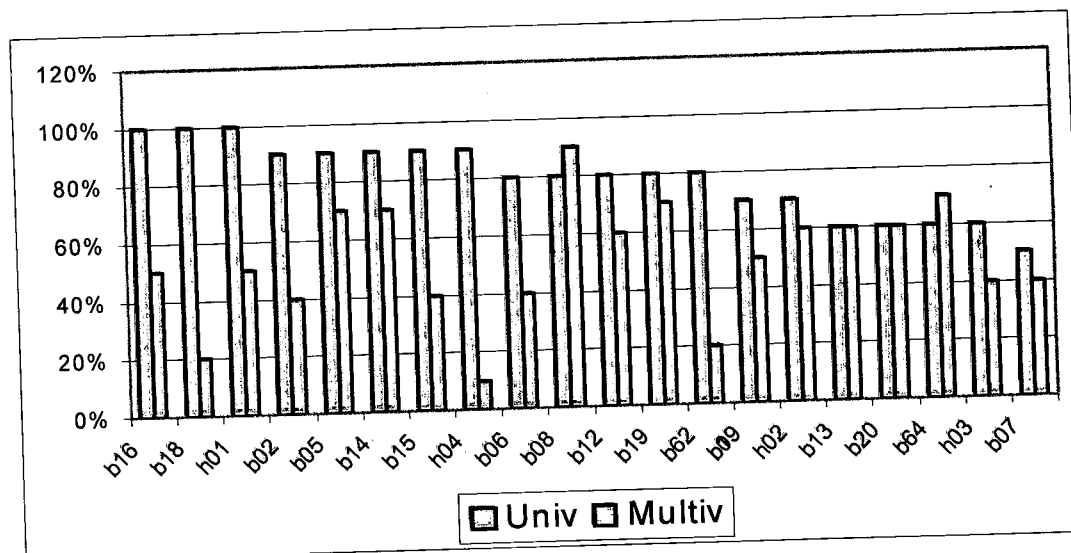


GRÁFICO 6.1 - Assinaturas Verdadeiras – Comparativo de Análises
 “grid” 25 x 15

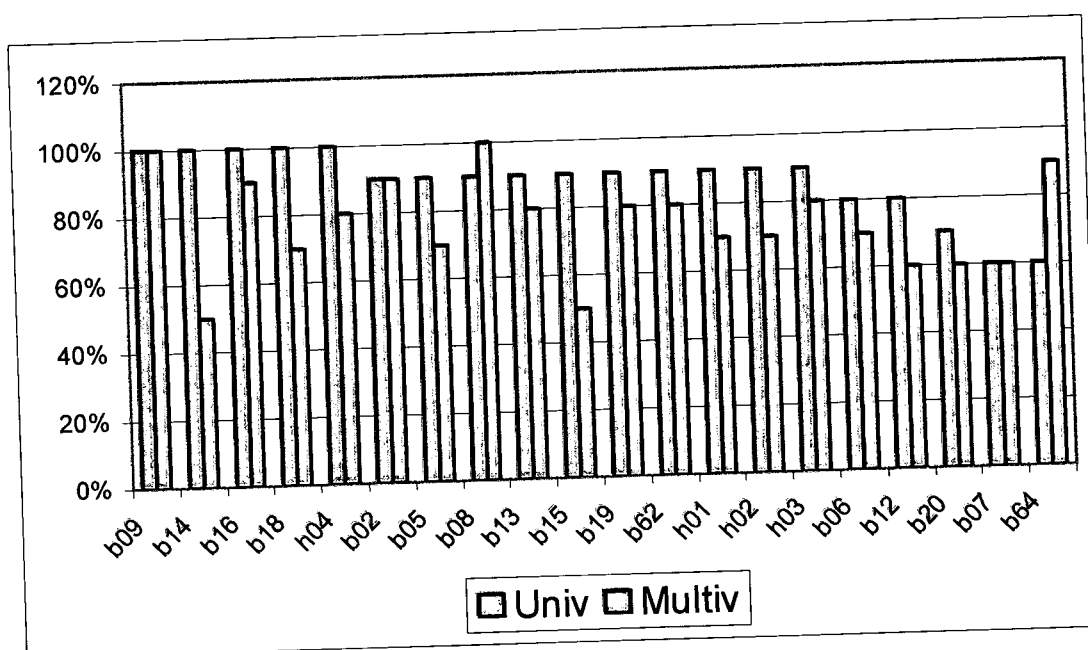


GRÁFICO 6.2 - Assinaturas Verdadeiras – Comparativo de Análises
 “grid” 6 x 4

	25 x 15		6 x 4	
Assinat	Univ	Multiv	Univ	Multiv
b02	65%	85%	50%	90%
b05	100%	95%	100%	100%
b06	100%	95%	90%	95%
b07	60%	95%	95%	95%
b08	100%	100%	100%	100%
b09	100%	100%	100%	100%
b12	100%	100%	100%	95%
b13	100%	100%	100%	100%
b14	100%	100%	100%	95%
b15	100%	100%	100%	100%
b16	100%	100%	90%	100%
b18	100%	100%	100%	100%
b19	100%	100%	100%	100%
b20	100%	100%	100%	100%
b62	90%	95%	80%	100%
b64	100%	100%	90%	95%
h01	100%	95%	100%	100%
h02	90%	95%	75%	95%
h03	80%	95%	90%	95%
h04	40%	90%	90%	90%
Média	91,25%	97,00%	92,50%	97,25%
Erro	8,75%	3,00%	7,50%	2,75%

TABELA 6.2 – Percentual de Acertos na Rejeição de Assinaturas Falsas

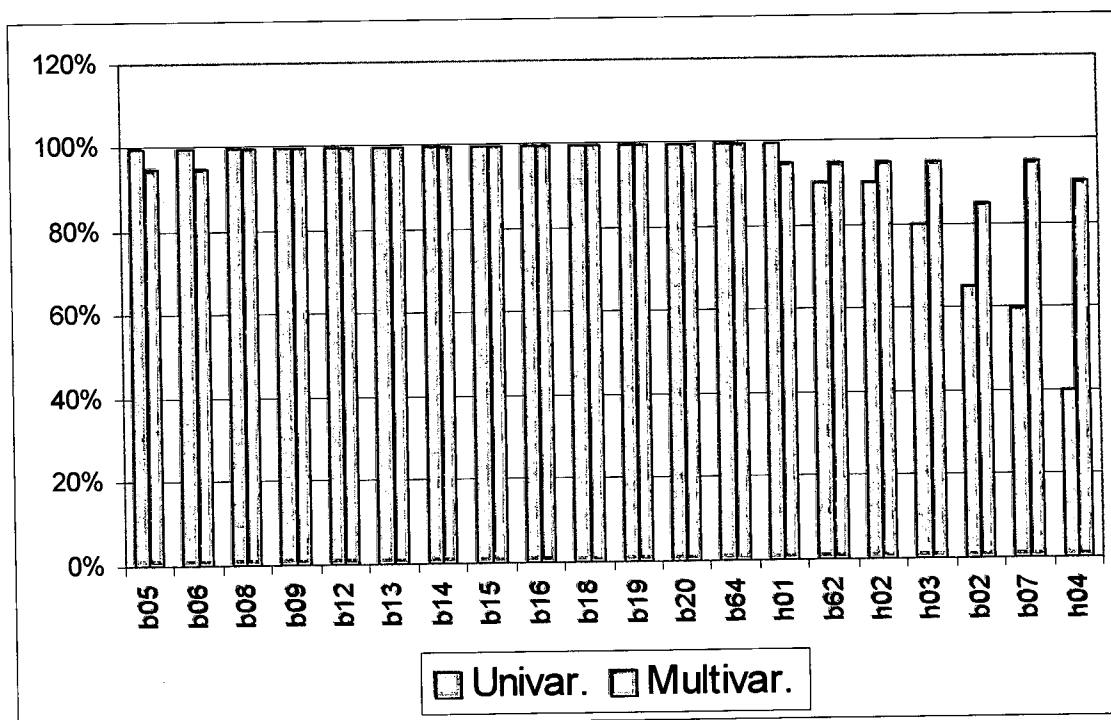


GRÁFICO 6.3 – Assinaturas Falsas – Comparativo de Análises
 “grid” 25 x 15

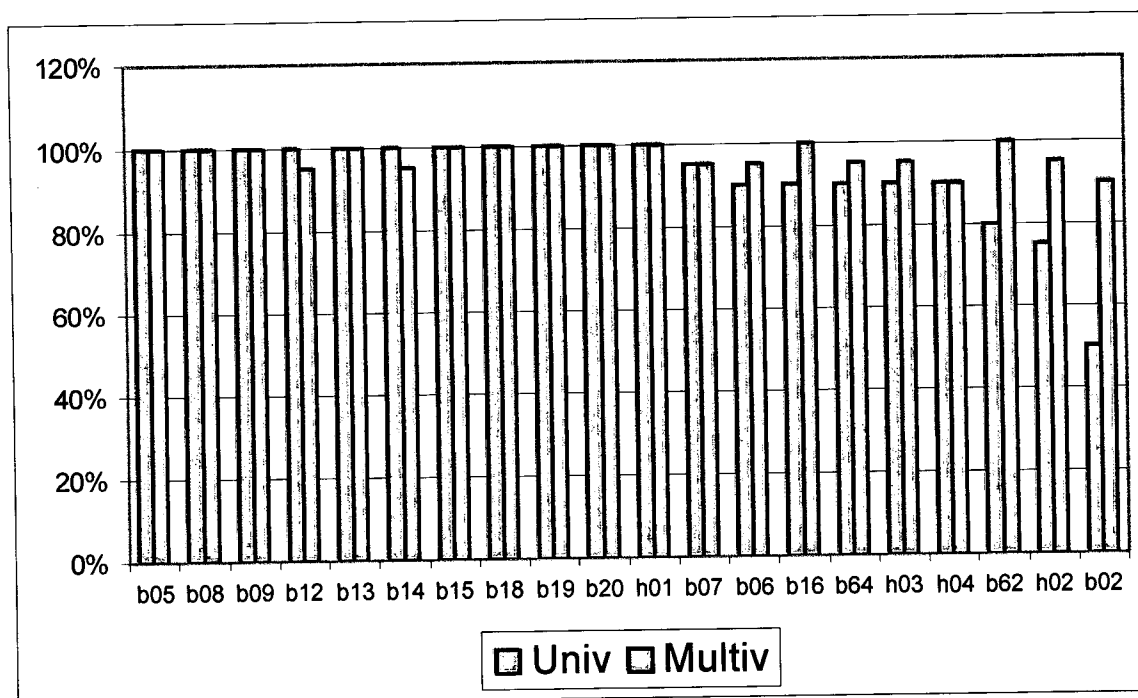


GRÁFICO 6.4 – Assinaturas Falsas – Comparativo de Análises
 “grid” 6 x 4

6.6. Considerações Finais

Após o treinamento para cada escritor, e seus dados arquivados na memória, quer se verificar a veracidade de outras assinaturas se são consideradas falsas ou verdadeiras.

Para se poder avaliar a performance do sistema, utilizou-se, além das assinaturas dos escritores indicados mais um grupo denominado de “falsas” composto por 20 assinaturas, sendo uma de cada escritor que compõe o teste piloto, para que houvesse o reconhecimento, também, de assinaturas falsas, e uma genuína entre as mesmas.

Conforme tabelas apresentadas, observou-se que o SAVAM mostrou um nível de acerto para verificação de assinaturas verdadeiras de 79% e 86,50%, em média, para análise univariada, nos “grids” de 375 (25 x 15) retinas e 24 (6 x 4) retinas, respectivamente. Para a análise multivariada, mais conservadora em seus resultados, observaram-se os percentuais de acerto de 50,50% e 75%, para “grid” maior e menor, respectivamente (tabela 6.3).

Para determinação de assinaturas falsas, o percentual médio de acertos na rejeição foi de 91,25% e 92,50%, respectivamente para “grid” maior e menor, para análise univariada. Para análise multivariada estes percentuais foram de 97% e 97,25%, respectivamente aos “grids” (tabela 6.4).

	25 x 15		6 x 4	
Assinat	Univ	Multiv	Univ	Multiv
Média	79,00%	50,50%	87,50%	75,00%
Erro	21,00%	49,50%	12,50%	25,00%

TABELA 6.3 – Percentual Médio de Acertos e Erros na Verificação de Assinaturas Verdadeiras, por “grid” e Tipo de Análise

	25 x 15		6 x 4	
Assinat	Univ	Multiv	Univ	Multiv
Média	91,25%	97,00%	92,50%	97,25%
Erro	8,75%	3,00%	7,50%	2,75%

TABELA 6.4 - Percentual Médio de Acertos e Erros na Rejeição de Assinaturas Falsas, por “grid” e Tipo de Análise

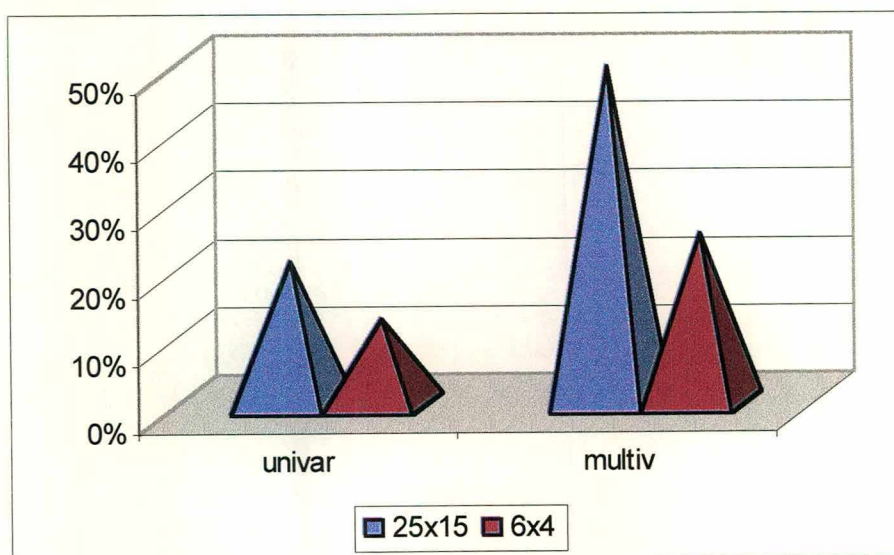


GRÁFICO 6.5 – Percentual Médio de Erros Encontrados na Verificação de Assinaturas Verdadeiras

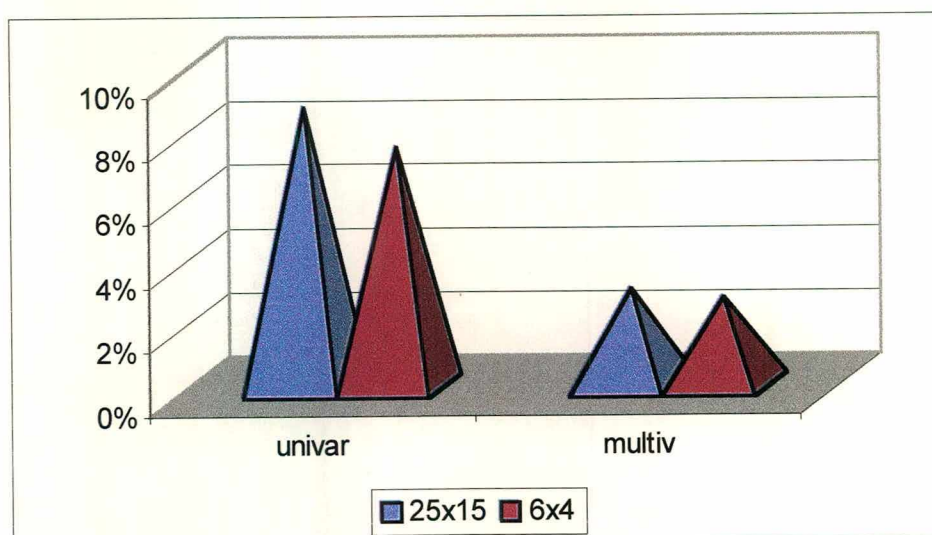


GRÁFICO 6.6 – Percentual Médio de Erros Encontrados na Rejeição de Assinaturas Falsas

Resumindo, com os resultados obtidos pode-se dizer que, para verificação de assinaturas verdadeiras, a melhor análise é a univariada (87,50%) com o “grid” composto por vinte e quatro (24) retinas. Porém, para rejeitar assinaturas falsas, a análise multivariada apresenta melhor aproveitamento (97,25%), também para “grid” pequeno.

Considerando-se os percentuais de erros globais, ou seja, a média do erro na verificação de assinatura verdadeira e a rejeição de assinatura falsa, o melhor resultado obtido foi com a análise univariada para “grid” composto por seis colunas e quatro linhas, totalizando vinte e quatro retinas.

	25 x 15		6 x 4	
	Univ	Multiv	Univ	Multiv
Erro Total	14,88%	26,25%	10,00%	13,88%

TABELA 6.5 - Percentual do Erro Total, por Tipo de Análise e Tamanho de “grid”

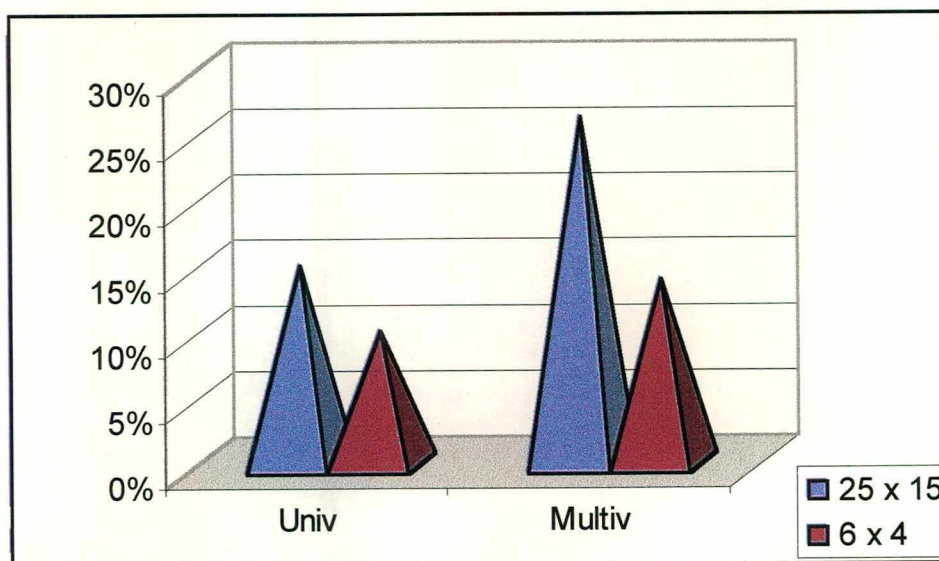


GRÁFICO 6.7 – Percentual Médio do Total de Erros na Verificação de Assinaturas

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

7.1. Conclusões

Neste trabalho estudou-se a verificação de assinaturas manuscritas off-line com base em modelos estatísticos. A principal meta foi reduzir o tempo gasto por um especialista para verificar a veracidade ou a falsidade de uma assinatura.

Com base neste contexto, constatou-se que:

- o sistema desenvolvido, buscando ser o mais rígido possível, nos testes realizados, rejeitou por ampla maioria as assinaturas falsas e na dúvida algumas verdadeiras, também rejeitou, demonstrando que é melhor rejeitar uma assinatura verdadeira do que aceitar uma falsa;
- a análise univariada não é tão rígida quanto a multivariada, pois mesmo quando uma das direções pré-estabelecidas estiver muito fora do intervalo de confiança ela aceita a assinatura como verdadeira, o que não acontece com a análise multivariada;
- há necessidade de se avaliar outros tamanhos de “grid”, pois neste trabalho se percebeu que, conforme o escritor, um “grid” com 24 retinas é melhor que do que outro com 375 retinas ou vice-versa;
- o banco de dados apresenta quatro mil (4.000) assinaturas, provenientes de cem (100) escritores, o que permite que seja realizada uma validação do sistema implementado;
- o sistema implementado (SAVAM) foi validado, através de uma aplicação prática que mostrou, claramente, a eficiência e eficácia do sistema;
- o algoritmo de esqueletização, implementado no SAVAM, para pré-processamento da imagem, mostrou-se bastante eficaz;
- a quantidade de assinaturas por escritor armazenada no banco de dados permitiu a geração de um conjunto de treinamento.

7.2. Sugestões

Todo o procedimento deste trabalho se baseou apenas nas retinas em que as imagens foram divididas, deixando muito claro que a interseção de duas ou mais retinas sempre resultaram em um conjunto vazio. Então, sugere-se, verificar a existência ou não de correlação entre retinas subsequentes e adjacentes, bem como tratar a imagem com um filtro que se desloque sobre as retinas de modo que as mesmas tenham suas interseções diferentes do conjunto vazio, ou seja, deverá haver sobreposição de retinas. Utilizando, assim, mais informações para tomada de decisões, anexando mais teorias para este fim.

Com esta avaliação de correlação entre retinas e retinas sobrepostas, deverá haver maiores condições para serem analisadas individualmente cada retina, tornando os dados de cada escritor em um arquivo mais amplo, de modo detalhado e não global como o atual.

Deverá ser feita uma análise detalhada por retina, mesmo que não se consiga obter uma mesma distribuição de probabilidade para todas, cada uma delas poderá ser tratada de maneira individualizada, ou seja, uma análise local das assinaturas que complemente o estudo global, apresentado neste trabalho.

A utilização de um Banco de Dados com o número maior de escritores para testar o sistema, abrangendo em torno de cem escritores, fornecendo mais dados sobre a validação do sistema como um todo.

Na continuidade deste trabalho as imagens das assinaturas a serem lidas, esqueletizadas, não deverão ser apenas monocromáticas, mas em duzentos e cinquenta e seis níveis de cinza, pois assim se tem uma imagem mais nítida e com maiores detalhes, com seus contornos mais definidos.

Neste estudo, a fase de treinamento utilizou em torno de trinta (30) assinaturas por escritor, sugere-se que se diminua gradativamente a quantidade de assinaturas, para se chegar

ao número mínimo para que todo o sistema continue verificando a veracidade ou falsidade das assinaturas com o mesmo ou maior percentual de acertos.

Poderá ser complementada a análise multivariada, com estudo sobre os centróides dos elipsóides das assinaturas de escritores, comparando-os quanto à sua proximidade, o que poderá acarretar em dificuldades na verificação de assinaturas verdadeiras ou falsas.

Referências Bibliográficas

AFIFI, A. A. e AZEN, S. P.; *Statistical Analysis – A Computer Oriented Approach*; Academic Press, New York, USA, 1972

AMIN, A. : *Recognition of Printed and Handwritten Arabic Character*; BSDIA'97 First Brazilian Symposium– Advances in Document Image Analysis – Curitiba, Brasil, 1997

ANDREWS, H. C.; *Introduction to Mathematical Techniques in Pattern Recognition* – John Wiley & Sons, Inc. USA, 1972

BASTOS, L. C.; BORTOLOZZI, F. e SABOURIN, R.; *Hand-written Signatures Verification by Conics Representation*; COMPUMAT '97 – VI Congresso Nacional de La Sociedad Cubana de Matematica y Computation, Universidade de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba, 1997

BOKSER, M.; *Omnidocument technologies*. - Proc. IEEE 80, 1992

DUDA, R. O.; HART, P. E.: *Pattern Classification and Scene Analysis* – John Willey & Sons – New York, 1973

FACON, J.; *Morfologia Matemática*; Editora do CITS, 1996

FU, K. S.; *Syntactic Pattern Recognition and Applications*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1982

GATTO, R. B.; OLIVEIRA, P. P. B. de; – *Usando Algoritmo Genético Para encontrar as Origens de Uma Função*. In.: VI IFSA WORLD CONGRESS, São Paulo, Brasil, 1995

GERHARD, R.; LEVINE, M. D.; *Geometric Primitive Extraction Using a Genetic Algorithm. I.*: IEEE. 1994

GOMES, N. R. e LING, L. L.; *Handwritten Numeral Recognition via Fuzzy Logic and a Local Discriminating Features* - First Brazilian Symposium, BSDIA'97 – Advances in Document Image Analysis – Curitiba, Brasil, 1997

GONZALEZ, R. C.; *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Company, 1978

GUERFALI, W e PLAMONDON, R.; *Effect of Variability on Letters Generation with the Vectorial Delta-Lognormal Model*; First Brazilian Symposium, BSDIA'97 – Advances in Document Image Analysis – Curitiba, Brasil, 1997

JUSTINO, E. J.; *Metodologia de Inspeção Visual Automatizada de Placas de Circuitos Impressos*; Dissertação para Grau de Mestre em Ciências – Cefet – PR; 1991

KATZ, A. J. e THRIFT, P. R.; *Generating Image Filters for Target Recognition by Genetic Learning*; In.: IEEE, 1994

KIMURA, F. e SHIDHAR, M.; *Handwritten numerical recognition based on multiple algorithms*, Pattern Recognition, 1991.

LAPOLLI, E. M.; *Processamento de Imagens Digitais: Uma Abordagem Utilizando Conjunto Difusos*; Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – UFSC; 1994

LETHELIER, E.; *Combination des Segmentation et Reconnaissance pour L'Écriture Manuscrite Hors-Line: Application au Traitement des Montants Numériques des Chèques*; Thèse de Doctorat de L'Université de Rouen – França, 1996

MANDEVILLE, J. R.; *Novel method for analysis of printed circuit images*; IBM J. Res. Develop., 1985

- MCNEILL, D. e FREIBERGER, P.; *Fuzzy Logic –The Revolutionary Computer Technology That Is Changing Our World* – Simon & Schuster – New York, USA, 1993
- MURSHED, N.; *Abordagem Natural Baseada em Redes Neurais para Verificação de Assinaturas*; Dissertação de Mestrado, Cefet / PR, 1995
- NISHIO, K. et al.; *Adequação Eficiente Difusa de Determinação de Estratégias em Um Algoritmo Genético Iterativo Para Pesquisa de Desenho de Faces*; In.: VI IFSA WORLD CONGRESS, São Paulo, Brasil, 1995
- OLIVEIRA, C.; KAESTENER, C. A. A.; BORTOLOZZI, F. e SABOURIN, R.; *Generations of Signature by Déformations*; BSDIA'97 - First Brazilian Symposium, Advances in Document Image Analysis; Curitiba, Brasil, 1997
- PAO, Yoh-Han; *Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks*; Reading, Addison-Wesley, 1989
- RICHARDS, J.; *Remote Sensing Digital Image Analyses*; Londres, Spring Verlag, 1986
- RIPLEY, B. D.; *Pattern Recognition and Neural Networks*; Cambridge University Press, 1996
- SABOURIN, R.; GENEST, G. e PRÊTEUX, F.; *Off-line Signature Verification by Local Granulometric Size Distributions*; IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997
- SCALABRINI, E.; BORTOLOZZI, F.; KAESTNER, C. A. A. e SABOURIN, R.; *Multicheck: Une architecture d'agents cognitifs indépendants pour le traitement automatique des chèques bancaires Brésiliens*; Simpósium Francophone pour le Traitement de Documents, Montreal, 1998
- SCHALKOFF, R. J.; *Pattern Recognition: Statistical, Structural and Neural Approaches*, John Wiley & Sons, Inc., California, USA, 1992

SERRA, J.; *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, Inc., New York, 1982

SIEGEL, S.; *Nomparametric Statistics For the Behavior Sciences*; McGraw-Hill Book Company, Inc.; 1956

SUEN, Y. e Li, Z. C.; *Crucial Combinations for the Recognition of Handwritten Letters*; BSDIA'97 - First Brazilian Symposium – Advances in Document Image Analysis; Curitiba, Brasil, 1997

TANOMARU, J.; *Motivação, Fundamentos e Aplicações de Algoritmos Genéticos*; In.: II CONGRESSO BRASILEIRO DE REDES NEURAIIS E III ESCOLA DE REDES NEURAIIS, Curitiba, Paraná, Brasil, 1995

WALPOLE, R. e MYERS, R. H.; *Probability and Statistics for Engineers and Scientists* – 2 ed. – Macmillan Publishing Co., Inc. – 1972

WIMMER, Z.; GARCIA-SALICETTI, S.; DORIZZI, B. e GALLINARI, P.; *Off-line Cursive Word Recognition with a Hybrid Neural – HMM System*; BSDIA'97 - First Brazilian Symposium – Advances in Document Image Analysis; Curitiba, Brasil, 1997

YACOBI, El ; GILLOUX, R.; SABOURIN, R. e SUEN, C. Y.; *Objetive Evaluation of the Discriminant Power of Features un na HHH – Based Word Recognition System*; BSDIA'97 - First Brazilian Symposium– Advances in Document Image Analysis – Curitiba, Brasil, 1997

YOSHIMURA, M. e YOSHIMURA, I.; *Aplication of the Sequential Dynamic Programing Matching Method to Off-line Signature Verification*; BSDIA'97 - First Brazilian Symposium– Advances in Document Image Analysis – Curitiba, Brasil, 1997

ANEXO I

Modelo de relatório de saída do SAVAM, para verificação de assinaturas verdadeiras em análise univariada.

Numero de imagens: 10
 Numero de Linhas: 15
 Numero de Colunas: 25
 Largura: 999
 Altura: 399
 B002

Arquivo: C:\assina\verif\b002_39.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 6.3760 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 6.1392 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 7.2880 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 8.0307 : ** OK **

Arquivo: C:\assina\verif\b002_03.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 9.8235 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 6.9889 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 6.7371 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 11.4564 : * NOK *

Arquivo: C:\assina\verif\b002_05.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 5.0468 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 4.0732 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 4.5488 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 4.7952 : ** OK **

Arquivo: C:\assina\verif\b002_06.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 9.2826 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 8.1123 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 5.7287 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 12.5296 : * NOK *

Arquivo: C:\assina\verif\b002_24.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 8.4961 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 8.2646 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 11.7582 : * NOK *

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 7.5575 : ** OK **

Arquivo: C:\assina\verif\b002_28.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 8.7556 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 7.1183 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 7.0345 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 5.3987 : ** OK **

Arquivo: C:\assina\verif\b002_34.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 54.2378 : * NOK *

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 7.0146 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 8.1347 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 14.1382 : * NOK *

Arquivo: C:\assina\verif\b002_37.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 6.6523 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 8.5519 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 7.6817 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 15.1975 : * NOK *

Arquivo: C:\assina\verif\b002_38.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 20.4439 : * NOK *

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 6.7731 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 7.9614 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 8.3953 : ** OK **

Arquivo: C:\assina\verif\b002_01.bmp

Distribuicao Normal = 1.96

Horizontal: Min = 3.5380, Max = 10.3549, Modulo Atual: 6.8477 : ** OK **

Vertical: Min = 2.9125, Max = 10.8324, Modulo Atual: 5.4200 : ** OK **

Diagonal: Min = 3.4101, Max = 10.8194, Modulo Atual: 7.8860 : ** OK **

Invertida: Min = 3.3783, Max = 11.4302, Modulo Atual: 7.9487 : ** OK **

ANEXO II

Modelo de cálculos realizados para análise multivariada.

S

	HORIZ	VERT	DIAGO	DIAINVER
HORIZ	372271233,4	182830158,7	250346739,5	137558602,5
VERT	182830158,7	193948894,6	147797517,1	133151177,1
DIAGO	250346739,5	147797517,1	230220898,7	101147303,9
DIAINVER	137558602,5	133151177,1	101147303,9	209532312,7

INV DE S

1,06594E-08	-1,61228E-09	-1,00668E-08	-1,11382E-09
-1,61228E-09	1,43525E-08	-4,97356E-09	-5,66121E-09
-1,00668E-08	-4,97356E-09	1,80112E-08	1,07492E-09
-1,11382E-09	-5,66121E-09	1,07492E-09	8,58239E-09

S x INV(S)

1	0	1,94289E-16	0
-2,77556E-17	1	-1,38778E-16	0
9,85323E-16	0	1	-2,22045E-16
-1,11022E-16	0	2,22045E-16	1

MEDIAS

	mean
HORIZ	56716,93333
VERT	54795,2
DIAGO	57074,13333
DIAINVER	56398,53333

MEDIA TRANSPOTA

56716,93333	54795,2	57074,13333	56398,53333
-------------	---------	-------------	-------------

**VALORES DE TESTE
(ASSINATURA NOVA)**

86978
70036
0
0

MEDIAS - VALORES DE TESTE

-30261,06667
-15240,8
57074,13333
56398,53333

TRANSP(MEDIAS-VALORES)

-30261,06667	-15240,8	57074,13333	56398,53333
--------------	----------	-------------	-------------

TRANSP X INV(S)

-0,000935366	-0,000773099	0,001469031	0,000665371
--------------	--------------	-------------	-------------

TRANSP X INV(S) X (MED-VAL

161,4574165

valor de p

7,11774E-34
NÃO PERTENCE

TESTE

HORIZ	VERT
86978	70036
DIAGO	DIAINVER
90241	46588

ANEXO III

Tabelas comparativas de verificação de assinaturas verdadeiras por escritor, por tipo de análise e tamanho de "grid".

Análise univariada

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002.1	0	A
b002.3	1	A
b002.5	0	A
b002.6	1	A
b002.24	1	A
b002.28	0	A
b002.34	2	I
b002.37	1	A
b002.38	1	A
b002.39	0	A

(a)

Análise multivariada

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002.1	0,6096	A
b002.3	0,0824	A
b002.5	0,5845	A
b002.6	0,001	R
b002.24	0,0101	R
b002.28	0,0025	R
b002.34	0	R
b002.37	0,0001	R
b002.38	0,0001	R
b002.39	0,6503	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002.1	0	A
b002.3	0	A
b002.5	0	A
b002.6	0	A
b002.24	1	A
b002.28	0	A
b002.34	3	R
b002.37	0	A
b002.38	1	A
b002.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b002.1	0,3135	A
b002.3	0,8425	A
b002.5	0,9032	A
b002.6	0,9561	A
b002.24	0,1277	A
b002.28	0,8127	A
b002.34	0,0001	R
b002.37	0,8661	A
b002.38	0,0703	A
b002.39	0,7952	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b005.1	1	A
b005.3	4	R
b005.5	0	A
b005.6	1	A
b005.24	0	A
b005.28	0	A
b005.34	1	A
b005.37	0	A
b005.38	0	A
b005.39	0	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b005.1	0,0001	R
b005.3	0,0001	R
b005.5	0,9211	A
b005.6	0,0001	R
b005.24	0,6098	A
b005.28	0,97	A
b005.34	0,0014	A
b005.37	0,5927	A
b005.38	0,932	A
b005.39	0,9073	A

(b)

Análise univariada

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b005.1	1	A
b005.3	2	I
b005.5	1	A
b005.6	0	A
b005.24	0	A
b005.28	0	A
b005.34	1	A
b005.37	0	A
b005.38	0	A
b005.39	0	A

(c)

Análise multivariada

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b005.1	0,3063	A
b005.3	0,0004	R
b005.5	0,0156	R
b005.6	0,0107	R
b005.24	0,4491	A
b005.28	0,6517	A
b005.34	0,0966	A
b005.37	0,4807	A
b005.38	0,9971	A
b005.39	0,84	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b006.1	1	A
b006.3	0	A
b006.5	0	A
b006.6	1	A
b006.24	0	A
b006.28	0	A
b006.34	1	A
b006.37	4	R
b006.38	2	I
b006.39	1	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b006.1	0,0001	R
b006.3	0,5858	A
b006.5	0,6695	A
b006.6	0,0001	R
b006.24	0,8857	A
b006.28	0,6447	A
b006.34	0	R
b006.37	0	R
b006.38	0,0001	R
b006.39	0,0001	R

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b006.1	2	A
b006.3	0	A
b006.5	0	A
b006.6	0	A
b006.24	0	A
b006.28	0	A
b006.34	1	I
b006.37	1	I
b006.38	0	A
b006.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b006.1	0,005	R
b006.3	0,0738	A
b006.5	0,1802	A
b006.6	0,6932	A
b006.24	0,715	A
b006.28	0,9445	A
b006.34	0,0388	R
b006.37	0,0084	R
b006.38	0,8605	A
b006.39	0,9975	A

(d)

Análise univariada

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b007.1	4	R
b007.3	4	R
b007.5	4	R
b007.6	3	R
b007.24	0	A
b007.28	2	I
b007.34	1	A
b007.37	0	A
b007.38	0	A
b007.39	0	A

(a)

Análise multivariada

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b007.1	0	A
b007.3	0	R
b007.5	0,0001	A
b007.6	0,0001	R
b007.24	0,1439	R
b007.28	0,00001	R
b007.34	0,0001	A
b007.37	0,5505	R
b007.38	0,4586	R
b007.39	0,0001	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b007.1	4	R
b007.3	4	R
b007.5	4	R
b007.6	3	R
b007.24	0	A
b007.28	1	A
b007.34	0	A
b007.37	0	A
b007.38	0	A
b007.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b007.1	0,0001	R
b007.3	0,0001	R
b007.5	0	R
b007.6	0,0001	R
b007.24	0,4869	A
b007.28	0,5447	A
b007.34	0,2916	A
b007.37	0,5624	A
b007.38	0,1657	A
b007.39	0,1569	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b008.1	0	A
b008.3	0	A
b008.5	0	R
b008.6	3	A
b008.24	0	A
b008.28	0	A
b008.34	0	A
b008.37	0	A
b008.38	0	A
b008.39	3	R

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b008.1	0,3673	A
b008.3	0,5129	A
b008.5	0,2129	A
b008.6	0,0001	A
b008.24	0,9015	A
b008.28	0,9363	A
b008.34	0,8224	A
b008.37	0,2078	A
b008.38	0,2533	A
b008.39	0,0001	R

(b)

Análise univariada

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b008.1	1	A
b008.3	0	A
b008.5	0	A
b008.6	0	A
b008.24	0	A
b008.28	0	A
b008.34	0	A
b008.37	0	A
b008.38	0	A
b008.39	3	R

(c)

Análise multivariada

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b008.1	0,19	A
b008.3	0,8566	A
b008.5	0,3987	A
b008.6	0,5925	A
b008.24	0,5325	A
b008.28	0,5603	A
b008.34	0,1304	A
b008.37	0,3334	A
b008.38	0,9714	A
b008.39	0,0923	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b009.1	0	A
b009.3	2	I
b009.5	0	A
b009.6	1	A
b009.24	2	I
b009.28	1	A
b009.34	0	A
b009.37	2	I
b009.38	0	A
b009.39	0	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b009.1	0,6466	A
b009.3	0,0001	R
b009.5	0,5198	A
b009.6	0,0001	R
b009.24	0,0001	R
b009.28	0,0001	R
b009.34	0,8003	A
b009.37	0,0001	R
b009.38	0,8773	A
b009.39	0,6359	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b009.1	0	A
b009.3	0	A
b009.5	0	A
b009.6	0	A
b009.24	0	A
b009.28	0	A
b009.34	0	A
b009.37	0	A
b009.38	0	A
b009.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b009.1	0,8322	A
b009.3	0,0827	A
b009.5	0,3189	A
b009.6	0,5578	A
b009.24	0,3796	A
b009.28	0,987	A
b009.34	0,8681	A
b009.37	0,5704	A
b009.38	0,9582	A
b009.39	0,9078	A

(d)

Análise univariada

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b012.1	1	A
b012.3	1	A
b012.5	1	A
b012.6	2	I
b012.24	0	A
b012.28	0	A
b012.34	0	A
b012.37	0	A
b012.38	3	R
b012.39	1	A

(a)

Análise multivariada

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b012.1	0,7836	A
b012.3	0,416	A
b012.5	0,3252	A
b012.6	0,7169	A
b012.24	0,1349	A
b012.28	0,4634	A
b012.34	0	R
b012.37	0,0001	R
b012.38	0,0001	R
b012.39	0	R

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b012.1	0	A
b012.3	0	A
b012.5	4	R
b012.6	0	A
b012.24	0	A
b012.28	0	A
b012.34	1	A
b012.37	1	A
b012.38	4	R
b012.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b012.1	0,0001	R
b012.3	0,1264	A
b012.5	0,0001	R
b012.6	0,8274	A
b012.24	0,9421	A
b012.28	0,0662	A
b012.34	0,0384	R
b012.37	0,1626	A
b012.38	0,0001	R
b012.39	0,0664	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b013.1	0	A
b013.3	0	A
b013.5	2	I
b013.6	0	A
b013.24	4	R
b013.28	0	A
b013.34	0	A
b013.37	2	I
b013.38	4	R
b013.39	0	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b013.1	0,3139	A
b013.3	0,2071	A
b013.5	0,0001	R
b013.6	0,8812	A
b013.24	0	R
b013.28	0,9096	A
b013.34	0,0762	A
b013.37	0,0001	R
b013.38	0,8407	A
b013.39	0,0001	R

(b)

Análise univariada

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b013.1	0	A
b013.3	0	A
b013.5	0	A
b013.6	0	A
b013.24	4	R
b013.28	0	A
b013.34	0	A
b013.37	0	A
b013.38	0	A
b013.39	0	A

(c)

Análise multivariada

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b013.1	0,683	A
b013.3	0,8859	A
b013.5	0,7631	A
b013.6	0,7629	A
b013.24	0,0001	R
b013.28	0,0001	R
b013.34	0,8007	A
b013.37	0,334	A
b013.38	0,3675	A
b013.39	0,7896	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b014.1	0	A
b014.3	1	A
b014.5	4	R
b014.6	0	A
b014.24	0	A
b014.28	0	A
b014.34	1	A
b014.37	0	A
b014.38	0	A
b014.39	0	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b014.1	0,5535	A
b014.3	0,0001	R
b014.5	0,0001	R
b014.6	0,5714	A
b014.24	0,85	A
b014.28	0,0734	A
b014.34	0,0001	R
b014.37	0,7315	A
b014.38	0,7771	A
b014.39	0,264	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b014.1	0	A
b014.3	1	A
b014.5	1	A
b014.6	0	A
b014.24	0	A
b014.28	0	A
b014.34	1	A
b014.37	0	A
b014.38	0	A
b014.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b014.1	0,0768	A
b014.3	0,0018	R
b014.5	0,0001	R
b014.6	0,9639	A
b014.24	0,215	A
b014.28	0,7006	A
b014.34	0,0133	R
b014.37	0,0196	R
b014.38	0,4771	A
b014.39	0,0757	A

(d)

Análise univariada

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b015.1	0	A
b015.3	2	I
b015.5	0	A
b015.6	0	A
b015.24	0	A
b015.28	0	A
b015.34	0	A
b015.37	1	A
b015.38	0	A
b015.39	0	A

(a)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b015.1	0	A
b015.3	1	A
b015.5	1	A
b015.6	3	R
b015.24	1	A
b015.28	0	A
b015.34	0	A
b015.37	1	A
b015.38	0	A
b015.39	0	A

(c)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b016.1	0	A
b016.3	0	A
b016.5	1	A
b016.6	1	A
b016.24	0	A
b016.28	0	A
b016.34	1	A
b016.37	0	A
b016.38	0	A
b016.39	1	A

(a)

Análise multivariada

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b015.1	0,7857	A
b015.3	0,0001	R
b015.5	0,6478	A
b015.6	0,0001	R
b015.24	0,0379	R
b015.28	0,0005	R
b015.34	0,3649	A
b015.37	0,0001	R
b015.38	0,0115	R
b015.39	0,4557	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b015.1	0,8579	A
b015.3	0,0001	R
b015.5	0,0948	A
b015.6	0,0001	R
b015.24	0,0177	R
b015.28	0,029	R
b015.34	0,7863	A
b015.37	0,0452	R
b015.38	0,4201	A
b015.39	0,947	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b016.1	0,3385	A
b016.3	0,6695	A
b016.5	0,0003	R
b016.6	0,0001	R
b016.24	0,0198	R
b016.28	0,7667	A
b016.34	0,0001	R
b016.37	0,4091	A
b016.38	0,2429	A
b016.39	0,0001	R

(b)

Análise univariada

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b016.1	0	A
b016.3	0	A
b016.5	0	A
b016.6	0	A
b016.24	1	A
b016.28	0	A
b016.34	0	A
b016.37	0	A
b016.38	0	A
b016.39	1	A

(c)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b018.1	0	A
b018.3	0	A
b018.5	0	A
b018.6	0	A
b018.24	0	A
b018.28	0	A
b018.34	0	A
b018.37	0	A
b018.38	0	A
b018.39	0	A

(a)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b018.1	0	A
b018.3	0	A
b018.5	1	A
b018.6	1	A
b018.24	0	A
b018.28	0	A
b018.34	0	A
b018.37	1	A
b018.38	0	A
b018.39	0	A

(c)

Análise multivariada

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b016.1	0,1552	A
b016.3	0,8936	A
b016.5	0,155	A
b016.6	0,9686	A
b016.24	0,0008	R
b016.28	0,5512	A
b016.34	0,6744	A
b016.37	0,4045	A
b016.38	0,3348	A
b016.39	0,0824	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b018.1	0,1827	A
b018.3	0,0001	R
b018.5	0,0494	R
b018.6	0,0017	R
b018.24	0,0025	R
b018.28	0,0316	R
b018.34	0,0082	R
b018.37	0,4187	A
b018.38	0,0482	R
b018.39	0,0001	R

(b)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b018.1	0,7288	A
b018.3	0,3363	A
b018.5	0,0473	R
b018.6	0,2386	A
b018.24	0,0241	R
b018.28	0,3476	A
b018.34	0,0542	A
b018.37	0,0002	R
b018.38	0,616	A
b018.39	0,5221	A

(d)

Análise univariada

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b019.1	0	A
b019.3	1	A
b019.5	0	A
b019.6	0	A
b019.24	0	A
b019.28	0	A
b019.34	0	A
b019.37	0	A
b019.38	4	R
b019.39	2	I

(a)

Análise multivariada

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b019.1	0,6703	A
b019.3	0,0735	A
b019.5	0,8253	A
b019.6	0,2719	A
b019.24	0,0074	R
b019.28	0,7532	A
b019.34	0,1061	A
b019.37	0,4243	A
b019.38	0,0001	R
b019.39	0,0446	R

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b019.1	0	A
b019.3	0	A
b019.5	0	A
b019.6	0	A
b019.24	0	A
b019.28	0	A
b019.34	0	A
b019.37	0	A
b019.38	1	A
b019.39	4	R

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b019.1	0,8413	A
b019.3	0,8306	A
b019.5	0,9802	A
b019.6	0,0662	A
b019.24	0,2095	A
b019.28	0,147	A
b019.34	0,9558	A
b019.37	0,0145	R
b019.38	0,166	A
b019.39	0,0263	R

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b020.1	0	A
b020.3	0	A
b020.5	0	A
b020.6	0	A
b020.24	0	A
b020.28	0	A
b020.34	4	R
b020.37	3	R
b020.38	4	R
b020.39	4	R

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b020.1	0,7836	A
b020.3	0,416	A
b020.5	0,3252	A
b020.6	0,7169	A
b020.24	0,1349	A
b020.28	0,4634	A
b020.34	0	R
b020.37	0,0001	R
b020.38	0,0001	R
b020.39	0	R

(b)

Análise univariada

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b020.1	0	A
b020.3	0	A
b020.5	0	A
b020.6	0	A
b020.24	0	A
b020.28	0	A
b020.34	4	R
b020.37	0	A
b020.38	4	R
b020.39	4	R

(c)

Análise multivariada

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b020.1	0,8435	A
b020.3	0,6186	A
b020.5	0,8537	A
b020.6	0,7117	A
b020.24	0,763	A
b020.28	0,0137	R
b020.34	0	R
b020.37	0,7532	A
b020.38	0	R
b020.39	0,0001	R

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b062.1	0	A
b062.3	0	A
b062.5	0	R
b062.6	0	A
b062.24	0	A
b062.28	0	A
b062.34	3	R
b062.37	0	A
b062.38	0	A
b062.39	0	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b062.1	0,0001	R
b062.3	0,0001	R
b062.5	0,2658	A
b062.6	0,0001	R
b062.24	0,0494	R
b062.28	0,0006	R
b062.34	0,0001	R
b062.37	0,0046	R
b062.38	0,0002	R
b062.39	0,4601	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b062.1	0	A
b062.3	0	A
b062.5	0	A
b062.6	2	I
b062.24	0	A
b062.28	0	A
b062.34	0	A
b062.37	1	A
b062.38	1	A
b062.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b062.1	0,6495	A
b062.3	0,6495	A
b062.5	0,895	A
b062.6	0,8369	A
b062.24	0,9272	A
b062.28	0,0001	R
b062.34	0,034	R
b062.37	0,3093	A
b062.38	0,9356	A
b062.39	0,4932	A

(d)

Análise univariada

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b064.1	4	R
b064.3	4	R
b064.5	4	R
b064.6	3	A
b064.24	0	A
b064.28	2	I
b064.34	1	A
b064.37	0	A
b064.38	0	A
b064.39	0	A

(a)

Análise multivariada

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b064.1	0,8582	A
b064.3	0,1659	A
b064.5	0,4528	A
b064.6	0,0458	R
b064.24	0,1574	A
b064.28	0,6329	A
b064.34	0,9462	A
b064.37	0,0162	R
b064.38	0,0001	R
b064.39	0,5501	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b064.1	4	R
b064.3	4	R
b064.5	4	R
b064.6	3	R
b064.24	0	A
b064.28	1	A
b064.34	0	A
b064.37	0	A
b064.38	0	A
b064.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b064.1	0,0496	R
b064.3	0,1248	A
b064.5	0,9752	A
b064.6	0,519	A
b064.24	0,4223	A
b064.28	0,8569	A
b064.34	0,66	A
b064.37	0,7969	A
b064.38	0,9289	A
b064.39	0,7835	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
h01.1	1	A
h01.3	1	A
h01.5	1	A
h01.6	0	A
h01.24	0	A
h01.28	0	A
h01.34	0	A
h01.37	1	A
h01.38	0	A
h01.39	0	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
h01.1	0,0001	R
h01.3	0,0001	R
h01.5	0,0001	R
h01.6	0,2083	A
h01.24	0,9173	A
h01.28	0,571	A
h01.34	0,4748	A
h01.37	0,0001	R
h01.38	0,0002	R
h01.39	0,3715	A

(b)

Análise univariada

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
h01.1	0	A
h01.3	1	A
h01.5	1	A
h01.6	0	A
h01.24	0	A
h01.28	0	A
h01.34	0	A
h01.37	2	I
h01.38	0	A
h01.39	0	A

(c)

Análise multivariada

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
h01.1	0,1944	A
h01.3	0,0001	R
h01.5	0,0001	R
h01.6	0,8168	A
h01.24	0,813	A
h01.28	0,79	A
h01.34	0,7442	A
h01.37	0,0001	R
h01.38	0,8477	A
h01.39	0,9923	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
h02.1	2	I
h02.3	0	A
h02.5	1	A
h02.6	0	A
h02.24	2	I
h02.28	0	A
h02.34	0	A
h02.37	0	A
h02.38	0	A
h02.39	2	I

(a)

25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
h02.1	0,0001	R
h02.3	0,251	A
h02.5	0,0008	R
h02.6	0,2523	A
h02.24	0,0001	R
h02.28	0,8336	A
h02.34	0,2503	A
h02.37	0,69	A
h02.38	0,8237	A
h02.39	0,0001	R

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
h02.1	0	A
h02.3	0	A
h02.5	2	I
h02.6	0	A
h02.24	0	A
h02.28	0	A
h02.34	0	A
h02.37	0	A
h02.38	0	A
h02.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
h02.1	0,3097	A
h02.3	0,5043	A
h02.5	0,0001	R
h02.6	0,3086	A
h02.24	0,1192	A
h02.28	0,0216	R
h02.34	0,0346	R
h02.37	0,8728	A
h02.38	0,3857	A
h02.39	0,7292	A

(d)

Análise univariada

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
h03.1	4	R
h03.3	4	R
h03.5	3	R
h03.6	1	A
h03.24	4	R
h03.28	0	A
h03.34	0	A
h03.37	0	A
h03.38	0	A
h03.39	0	A

(a)

Análise multivariada

25 x 15		
Assinatura	"p"	Decisão
h03.1	0,0001	R
h03.3	0,0001	R
h03.5	0,0001	R
h03.6	0,0001	R
h03.24	0,0001	R
h03.28	0,4757	A
h03.34	0,622	A
h03.37	0,0001	R
h03.38	0,4459	A
h03.39	0,9475	A

(b)

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
h03.1	2	I
h03.3	0	A
h03.5	1	A
h03.6	0	A
h03.24	0	A
h03.28	0	A
h03.34	0	A
h03.37	0	A
h03.38	0	A
h03.39	0	A

(c)

6 X 4		
Assinatura	"p"	Decisão
h03.1	0,0006	R
h03.3	0,7725	A
h03.5	0,0173	R
h03.6	0,2302	A
h03.24	0,5818	A
h03.28	0,4065	A
h03.34	0,299	A
h03.37	0,5366	A
h03.38	0,5371	A
h03.39	0,8185	A

(d)

25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
h04.1	1	A
h04.3	0	A
h04.5	1	A
h04.6	0	A
h04.24	4	R
h04.28	0	A
h04.34	1	A
h04.37	0	A
h04.38	0	A
h04.39	0	A

(a)

25 x 15		
Assinatura	"p"	Decisão
h04.1	0,0001	R
h04.3	0,0001	R
h04.5	0,0001	R
h04.6	0,0001	R
h04.24	0,0583	A
h04.28	0,0001	R
h04.34	0,0001	R
h04.37	0,0001	R
h04.38	0,0001	R
h04.39	0,0001	R

(b)

Análise univariada

6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
h04.1	1	A
h04.3	0	A
h04.5	0	A
h04.6	0	A
h04.24	0	A
h04.28	0	A
h04.34	0	A
h04.37	0	A
h04.38	0	A
h04.39	0	A

(c)

Análise multivariada

6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
h04.1	0,0015	R
h04.3	0,6124	A
h04.5	0,9697	A
h04.6	0,4006	A
h04.24	0,0459	R
h04.28	0,8419	A
h04.34	0,7569	A
h04.37	0,4347	A
h04.38	0,978	A
h04.39	0,9329	A

(d)

As letras "A" significam "ACEITA" como verdadeira, "R", REJEITA, assinatura considerada falsa e "I", INDEFINIDA também se rejeita. Cada escritor tem o resultado de sua avaliação das assinaturas de verificação demonstrado em quatro tabelas:

- análise univariada para um "grid" de 25 x 15
- análise multivariada para um "grid" de 25 x 15
- análise univariada para um "grid" de 6 x 4
- análise multivariada para um "grid" de 6 x 4

ANEXO IV

Tabelas comparativas de verificação de assinaturas falsas, por escritor, por tipo de análise e tamanho de "grid".

Análise univariada

b002 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	V
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b002 25 x 15		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0,6096	V
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b002 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	V
b005	1	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	1	F
b009	0	F
b012	2	I
b013	2	I
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	1	F
b019	1	F
b020	0	F
b062	2	I
b064	0	F
h001	1	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b002 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0,3135	V
b005	0,0001	F
b006	0,00001	F
b007	0	F
b008	0,0001	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b005 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	1	V
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b005 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b005 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	1	V
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	1	F
b020	0	F
b062	1	F
b064	1	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b005 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,3063	V
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b006 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	1	V
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	1	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	1	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b006 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0	F
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b006 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	2	I
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	3	V
b020	0	F
b062	0	F
b064	1	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b006 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0,005	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0,0001	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,0019	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b007 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	1	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	4	F
b008	2	I
b009	0	F
b012	3	V
b013	2	I
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	3	V
b019	2	I
b020	0	F
b062	3	V
b064	3	V
h001	1	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b007 25 x 15		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0,0001	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b007 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b001	0	F
b002	0	F
b006	0	F
b007	4	F
b008	1	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	1	F
b014	0	F
b015	1	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b007 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b001	0	F
b002	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0002	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0,0001	F
b015	0,0001	F
b016	0,0001	F
b018	0,0033	F
b019	0,0001	F
b020	0,0001	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b008 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	1	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	V
b009	0	F
b012	1	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	2	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b008 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0,3673	V
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b008 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	1	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	1	V
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	1	F
b019	1	F
b020	0	F
b062	1	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b008 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0,19	V
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b009 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	V
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b009 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0,6466	V
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b009 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	V
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b009 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0,8322	V
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b012 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	1	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	1	V
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b012 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	V
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b012 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	V
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b012 6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0	F
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0,0001	F
b012	0,0148	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b013	25 x 15	
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	1	F
b013	0	V
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	1	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b013	25 x 15	
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0,3139	V
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b013	6 X 4	
Assinatura	Erros	Decisão
b002	2	I
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	V
b014	0	F
b015	0	F
b016	1	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b013	6 X 4	
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0059	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,683	V
b014	0	F
b015	0,0001	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b014 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	V
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b014 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0,5535	V
b015	0,0001	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b014 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	V
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b014 6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0,0001	F
b015	0,0001	F
b016	0,0001	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0,0001	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b015	25 x 15	
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	V
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b015	25 x 15	
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0,7857	V
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b015	6 X 4	
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	V
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b015	6 X 4	
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0,0001	F
b015	0,8579	V
b016	0,0001	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0,0001	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b016 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	1	F
b014	1	F
b015	0	F
b016	0	V
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b016 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0,3385	V
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b016 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	3	V
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	1	F
b014	2	I
b015	2	I
b016	0	V
b018	1	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b016 6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0091	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0,0001	F
b015	0,0001	F
b016	0,1552	V
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0,0001	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0,0001	F
h004	0,0001	F

(d)

Análise univariada

b018 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	V
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b018 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0,0001	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,1827	V
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b018 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	V
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b018 6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b001	0,0001	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,7288	V
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b019 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	1	V
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b019 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,0735	V
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b019 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	1	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	V
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b019 6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,8306	V
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0011	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b020 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	V
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b020 25 x 15		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0,7836	V
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b020 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	V
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b020 6 X 4		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0,8435	V
b062	0	F
b064	0	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b062 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	1	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	3	V
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	1	F
b019	1	F
b020	0	F
b062	1	V
b064	2	I
h001	1	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b062 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0,0001	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0	F
b015	0,0001	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b062 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	2	I
b005	2	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	1	F
b012	3	V
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	1	F
b019	1	F
b020	0	F
b062	0	V
b064	2	I
h001	2	I
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b062 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0,6495	V
b064	0,0311	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

b064 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	V
h001	1	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

b064 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,8582	V
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

b064 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	2	I
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	3	V
b020	0	F
b062	0	F
b064	1	V
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

b064 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0496	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

h01 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	1	F
h001	1	V
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

h01 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

h01 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	1	F
h001	0	V
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(c)

h01 6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0,1944	V
h002	0	F
h003	0	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

h03 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	1	F
b005	2	I
b006	1	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	3	V
b013	1	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	1	F
b019	1	F
b020	0	F
b062	1	F
b064	2	I
h001	0	F
h002	0	F
h003	4	F(?)
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

h03 25 x 15		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0,0001	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0,0001	F
h004	0	F

(b)

h03 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	0	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	2	I
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	1	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	2	I
h004	0	F

(c)

h03 6 X 4		
Assinatura	" p "	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0	F
h003	0,0006	F
h004	0	F

(d)

Análise univariada

h02 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	1	F
b005	1	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	1	F
b009	0	F
b012	1	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	0	F
b016	0	F
b018	2	I
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	2	I
h003	0	F
h004	0	F

(a)

Análise multivariada

h02 25 x 15		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	0,0001	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0,0001	F
b014	0	F
b015	0,0001	F
b016	0	F
b018	0	F
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0,0001	F
h001	0	F
h002	0,0001	F
h003	0	F
h004	0	F

(b)

h02 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b001	2	I
b005	1	F
b006	0	F
b007	0	F
b008	3	V
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	3	V
b016	0	F
b018	2	I
b019	0	F
b020	0	F
b062	4	V
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	V
h003	0	F
h004	0	F

(c)

h02 6 X 4		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0	F
b013	0,0001	F
b014	0,0001	F
b015	0,0001	F
b016	0,0001	F
b018	0,0023	F
b019	0,0001	F
b020	0,0001	F
b062	0,1419	V
b064	0,0658	V
h001	0,0001	F
h002	0,3097	V
h003	0	F
h004	0,0001	F

(d)

Análise univariada

h04 25 x 15		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	2	I
b005	2	I
b006	1	F
b007	0	F
b008	3	V
b009	1	F
b012	3	V
b013	2	I
b014	2	I
b015	3	V
b016	2	I
b018	3	V
b019	3	V
b020	0	F
b062	2	I
b064	4	V
h001	1	F
h002	2	I
h003	0	F
h004	1	V

(a)

Análise multivariada

h04 25 x 15		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,0001	F
b009	0,0001	F
b012	0,0001	F
b013	0,0001	F
b014	0,0001	F
b015	0,0001	F
b016	0,0003	F
b018	0,0001	F
b019	0,0001	F
b020	0,0009	F
b062	0,0001	F
b064	0,0001	F
h001	0,0001	F
h002	0,0003	F
h003	0,1782	V
h004	0,0001	F

(b)

h04 6 X 4		
Assinatura	Erros	Decisão
b002	1	F
b005	0	F
b006	0	F
b007	1	F
b008	1	F
b009	0	F
b012	0	F
b013	0	F
b014	0	F
b015	4	V
b016	0	F
b018	2	I
b019	0	F
b020	0	F
b062	0	F
b064	0	F
h001	0	F
h002	0	F
h003	0	F
h004	1	V

(c)

h04 6 X 4		
Assinatura	"p"	Decisão
b002	0,0001	F
b005	0,0001	F
b006	0,0001	F
b007	0,0001	F
b008	0,1609	V
b009	0,0001	F
b012	0,033	F
b013	0,0001	F
b014	0,0406	F
b015	0,3224	F
b016	0,0001	F
b018	0,0007	F
b019	0,0038	F
b020	0,0001	F
b062	0,004	F
b064	0,0036	F
h001	0,0001	F
h002	0,0001	F
h003	0,0001	F
h004	0,0015	F

(d)

As letras "F" significam FALSAS, assinaturas rejeitadas, "V", VERDADEIRAS e